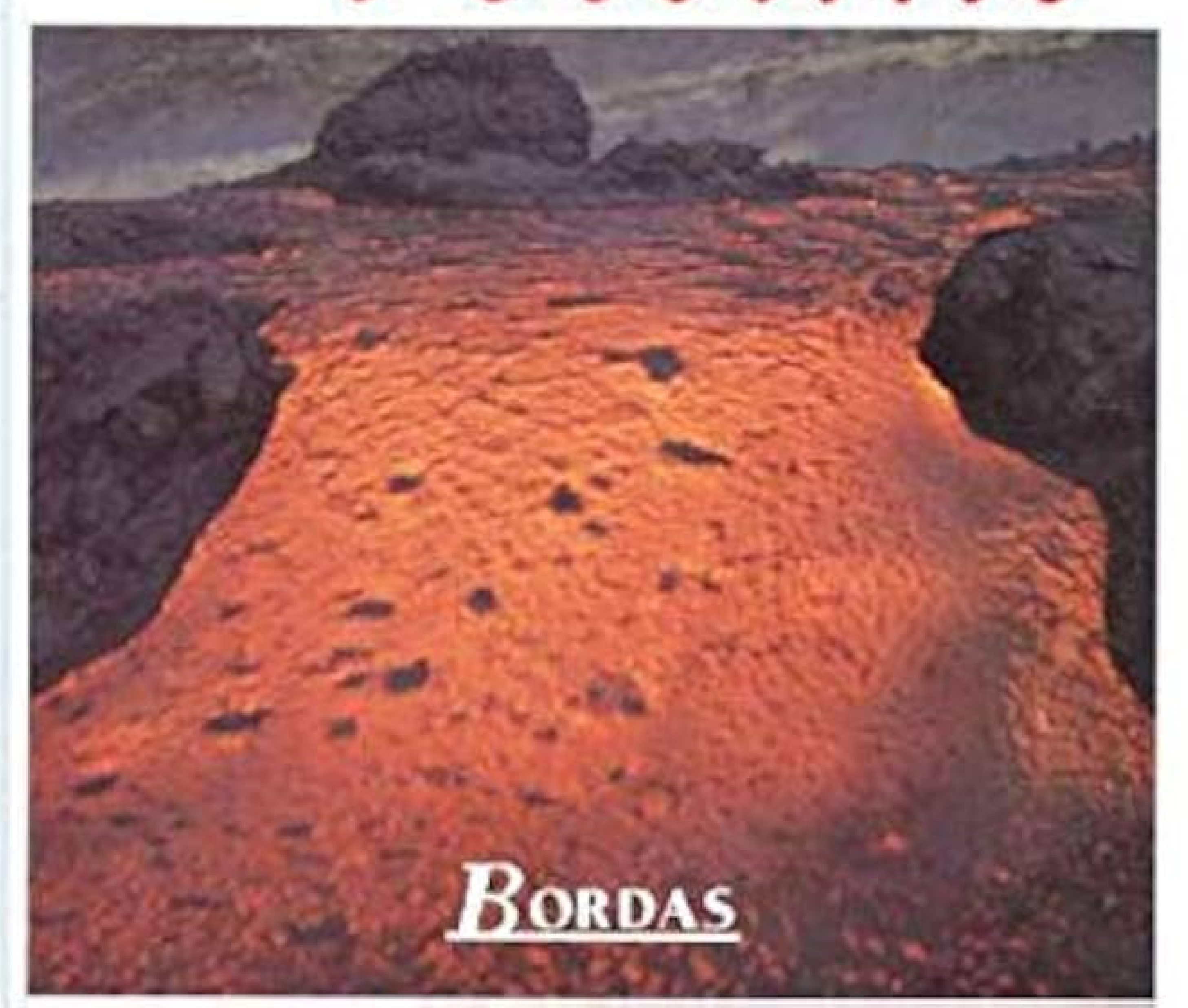
HAROUN TAZIEFF

volcans



LE LIVRE D'ORION DE

volcans

par Haroun Tazieff

Numéro de fiche de catalogue de la Bibliothèque du Congrès : 61-14188 Ce volume a été conçu par Robert Delpire et Jacques Monory. Il a été traduit du français, Les Volcans, *par Arthur Tannenbaum.*
Les illustrations ont été imprimées en France par Draeger Frères ;
Composition par Adcraft Typographers, Inc.
Le texte a été imprimé par Silver and Company Printers Corp. ; volume relié par John M. Gettler, Inc.

CONTENTS

La géologie est devenue aujourd'hui une science naturelle exacte grâce à la géophysique et à la géochimie, mais si elle avait évolué dans l'une des régions où se produisent fréquemment les tremblements de terre et les éruptions volcaniques, ou si les scientifiques qui ont travaillé pendant deux cents ans à lire et à déchiffrer la structure de la croûte terrestre vivait dans des pays moins stables que ceux de - l'Europe occidentale et septentrionale, nos notions fondamentales sur l'importance relative et le rythme des phénomènes terrestres auraient sans doute été quelque peu différentes.

La géologie classique était imprégnée de la certitude que les changements les plus importants sous la croûte terrestre se produisaient avec la lenteur majestueuse des ères géologiques, ou en unités de temps de plusieurs millions d'années. Sans doute, des milliers de millénaires sont nécessaires à la création d'une chaîne de montagnes : les sables et les argiles, les limons et les calcaires des continents adjacents doivent être perpétuellement rongés par l'érosion ; il faut donc qu'il y ait une pluie fine, lente et continue des restes siliceux et calcaires du plancton sous-marin pour que des montagnes s'élèvent à des kilomètres de hauteur hors des profondeurs de la mer. Des millions d'années sont encore nécessaires pour forcer ces couches, par leur propre poids, aidé par les forces puissantes qui contrôlent le globe, à pénétrer de plus en plus profondément jusqu'à ce que, bien au-dessous de la surface, on pénètre dans des régions où des températures élevées et d'énormes pressions peuvent progressivement se transformer. les consolidant en roche solide, les transformant en gneiss et en granites. Ainsi, le sein mystérieux du géosynclinal [grande fosse occupée par l'eau de mer et recevant les sédiments des terres adjacentes] a donné naissance à l'Himalaya, aux Alpes, aux Cordillères.

Pendant des dizaines de millions d'années supplémentaires, comme le stipule la loi d'Archimède, les niveaux s'élèvent, graduellement.
émergeant généralement des eaux, d'abord sous la forme de chapelets d'îles en forme de croissant - comme aujourd'hui les Aléoutiennes et l'île de Laro - puis poursuivant leur ascension malgré l' activité incessante de l'érosion. Il faudra encore des centaines de millions d'années avant que cette érosion finisse par triompher du mouvement ascendant en amenuisant les sommets pour aplanir les pénéplaines, et en étalant à nouveau sur les fonds marins un tapis de débris venus des montagnes: galets, sables et argiles, utilisant ainsi le dernier mouvement du gigantesque cycle tectonique pour jeter les bases d'une future orogénèse.

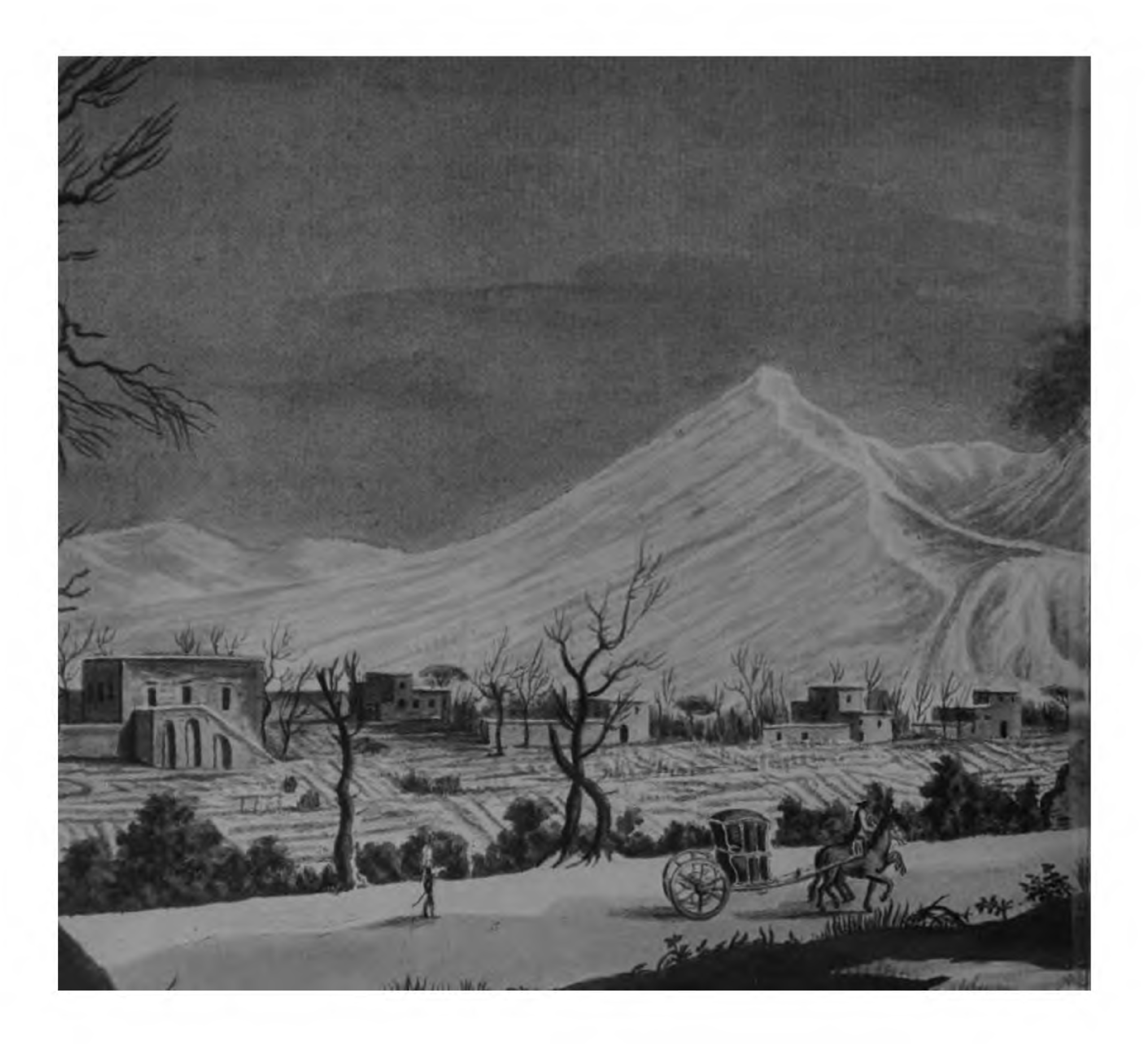
Les premiers hommes à sonder ces mystères examinèrent les collines d'Écosse et des Ardennes, les vallées des Alpes et du Jura, les crêtes des Vosges ou la chaîne du Harz, régions tranquilles et paisibles aujourd'hui. La science géologique est enracinée dans des régions où les tremblements de terre ne sont que des frémissements exceptionnels, apparemment dénués de toute importance, et où les éruptions volcaniques ne sont qu'une insignifiante irritation locale dans quelque repli mal récuré de la peau de la Terre.

Les vues des premiers géologues ainsi que la nôtre auraient certainement été différentes si de grands esprits scientifiques n'avaient pas déjà quitté les régions tectoniquement instables de la Méditerranée orientale et de l'Extrême-Orient où cette science avait commencé à prospérer. Et selon toute probabilité, des points de vue aussi différents auraient été plus précis que ceux qui se sont formés au départ.

Vésuve. Aquarelle italienne du XIXe siècle.

Pages 8/9 : Vésuve. Gravure française du XVIIIème siècle.







S'il est vrai que chaque âge géologique s'étend sur des milliers de millénaires et que la lenteur caractérise la plupart des mouvements terrestres , une faille, accompagnée de la violence soudaine d'un tremblement de terre, peut entraîner un écartement de plusieurs dizaines de mètres de la croûte terrestre. La fréquence des tremblements de terre violents est bien plus grande que ce que supposent non seulement le profane mais aussi de nombreux géologues. Chaque année, la Terre tremble plus d'un million de fois, et en moyenne au moins deux fois par an, avec des conséquences catastrophiques. Quant au volcanisme, son importance est bien plus grande que celle que l'on attribue au Stromboli, ou aux sommets d'Auvergne, ou encore au Vésuve provisoirement apprivoisé et visité chaque année par des milliers de touristes. Les montagnes les plus hautes — du moins si nous les appliquons depuis leur véritable base jusqu'au sommet — sont en réalité volcaniques ; des îles naissent, des montagnes se construisent en quelques années, voire en quelques jours. En quelques heures, des milliards de mètres cubes de roche en fusion peuvent être rejetés et répandus, des milliards de tonnes de matière pulvérisées et propulsées dans l'espace.

En effet, si la science géologique était née au Chili ou au Japon, ses principes directeurs auraient certainement été différents.

ABONDANCE DE VOLCANS

Pendant quatre milliards d'années, la coquille qui recouvre notre planète a connu des changements incalculables. Au cours de cette période de temps incroyablement longue, la surface entière de la Terre a connu les vicissitudes des mouvements tectoniques : plier les roches, les tordre et les écraser, les étirer dans les profondeurs marines [zone la plus profonde d'une dépression profonde du fond marin où le sondage dépasse 3 000 brasses] et

Il n'y a pratiquement aucune région dans laquelle, à travers de profondes fractures de la croûte terrestre, de la lave en fusion et des gaz magmatiques n'ont pas éclaté au fil des âges.

Il y eut des périodes de mouvements volcaniques violents au cours desquelles un certain nombre de cratères actifs éclatèrent, dispersant leurs produits enflammés sur de vastes zones. Il y a eu aussi des périodes de relative - tranquillité comme, heureusement pour nous, cette période quaternaire — encore toute jeune — dans laquelle nous vivons.

Selon le décompte officiel, on connaît environ six cents volcans encore actifs. Par « actifs », nous entendons uniquement ceux qui ont éclaté au moins une fois au cours de l'histoire enregistrée. Mais, comparée aux périodes géologiques, dont les unités de temps sont des millions d'années, cette période d'histoire enregistrée est extrêmement courte, à savoir vingt à vingt-cinq siècles tout au plus dans les régions de civilisation ancienne et, dans de nombreuses régions du monde. le monde, quelques décennies à peine. Cette acceptation du sens d'« activité » nous amène à considérer comme éteints, sans justification, un certain nombre de volcans qui ne sont sans doute qu'endormis.

Le sommeil des volcans, qui ne dure parfois que quelques jours, parfois des mois ou des années, peut aussi s'étendre sur des siècles, voire des millénaires, déroutant ainsi la mémoire humaine.

Bien qu'un exemple classique, le Vésuve, considéré comme éteint jusqu'à son fameux retour à la vie catastrophique, n'est en aucun cas

unique : le Bandaisan au Japon, qui est entré en éruption en 1888, a détruit sept villages ; Le mont Lamington, sur la côte nord de la Nouvelle-Guinée, a tué cinq mille personnes en 1951 ; dans la chaîne des Virunga au Congo, une so-

Éruption du Vésuve en 1754.
***Gravure tirée du* Encyclopédie.**



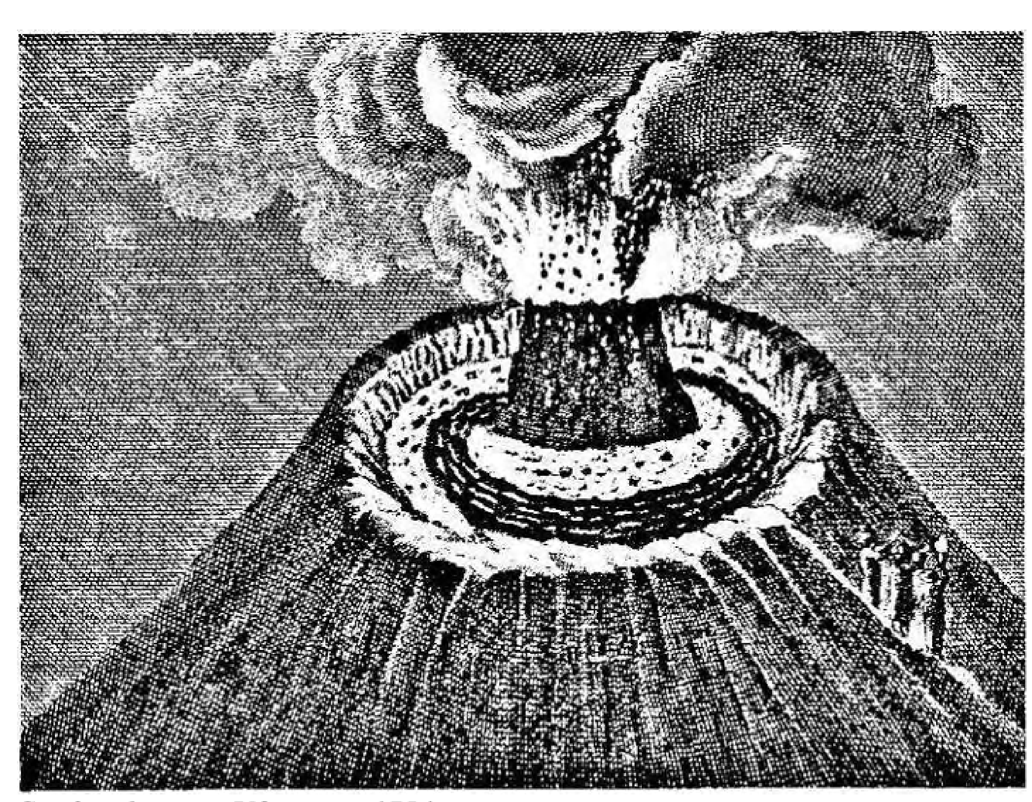


le volcan appelé « mort » en 1958 s'est réveillé sans causer de dégâts ; le Bezymiannyi, inactif depuis des siècles, a explosé en 1956, dans une région heureusement inhabitée du Kamchatka – heureusement en effet, car ce fut l'éruption la plus violente du siècle. C'est pourquoi il serait téméraire de dire que les volcans de Toscane ou ceux d'Auvergne sont définitivement éteints. Il y a à peine sept mille ans, des laves incandescentes coulaient dans le Puy de la Vache et ces sept maigres millénaires ne représentent pas grand-chose en termes de durée de vie d'un volcan, qui peut s'étendre sur des milliers d'autres.

Il existe une autre raison pour laquelle l'estimation officielle du nombre de volcans actifs est forcément très en deçà de la réalité : d'innombrables corps éruptifs actifs se cachent sous la mer. Pour chaque éruption sous-marine enregistrée par hasard de temps à autre, combien échappent à l'attention ?

En réalité, des milliers de volcans parsèment la surface du globe. Ils ne sont pas dispersés au hasard mais sont alignés le long de zones étroites et allongées traversées par des fractures qui influencent profondément la croûte terrestre.

Si l'on cède à la tendance à la dichotomisation, un examen attentif révèle que l'on peut classer les volcans terrestres en deux types principaux : le premier est caractérisé par des fissures dans des plateaux rocheux restés rigides pendant des centaines de millions d'années. On le voit en Afrique centrale et en Arabie, et notamment au cœur des grands océans. Le deuxième type est caractérisé par le plissement de chaînes de montagnes nouvelles ou même futures qui, traçant un parcours presque ininterrompu de la Méditerranée à l'archipel indien, on y rencontre la fameuse «ceinture de feu» du Pacifique, dont la forme en forme de croissant



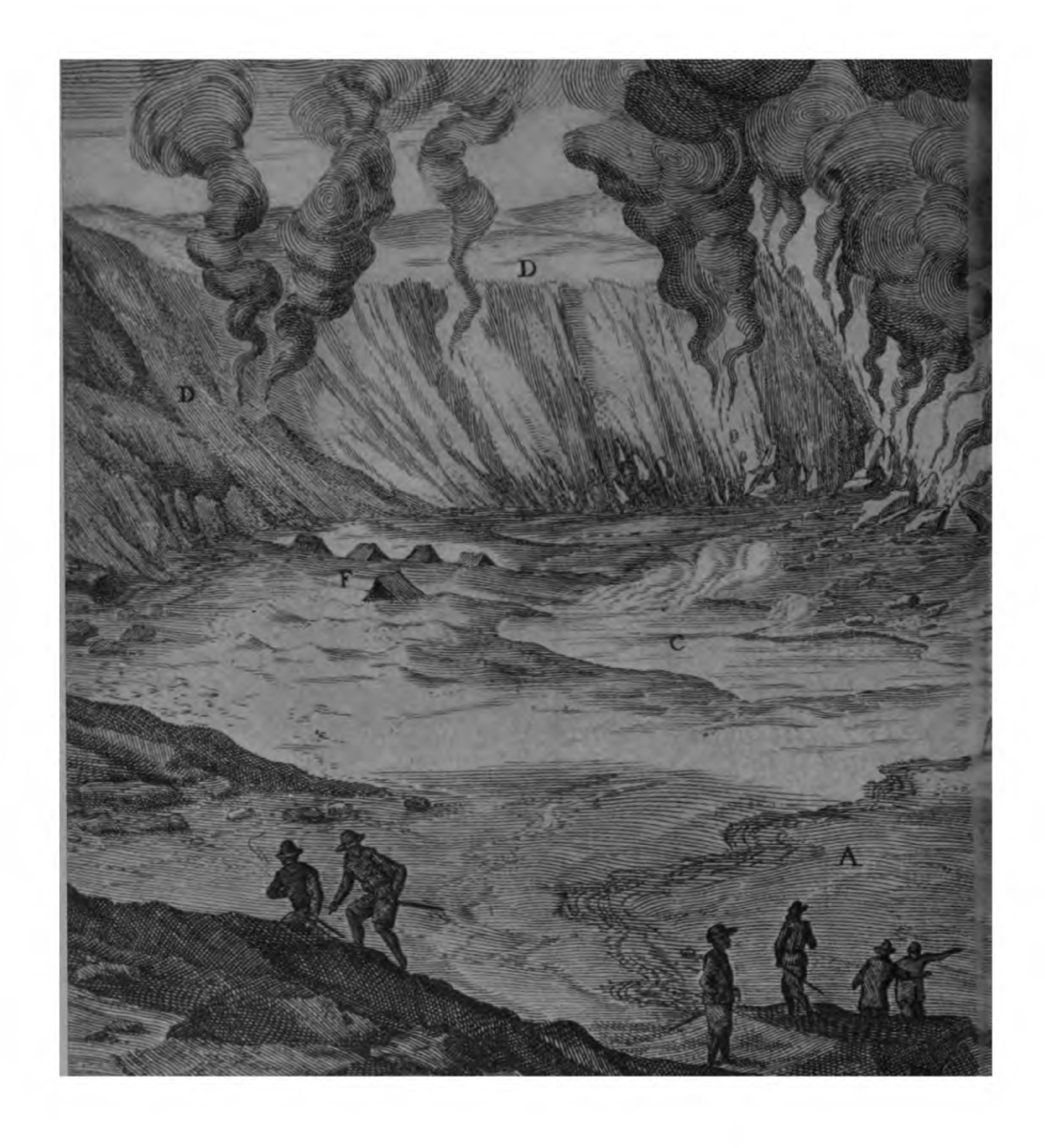
Cratère du mont Vésuve en 1754.
Gravure italienne.

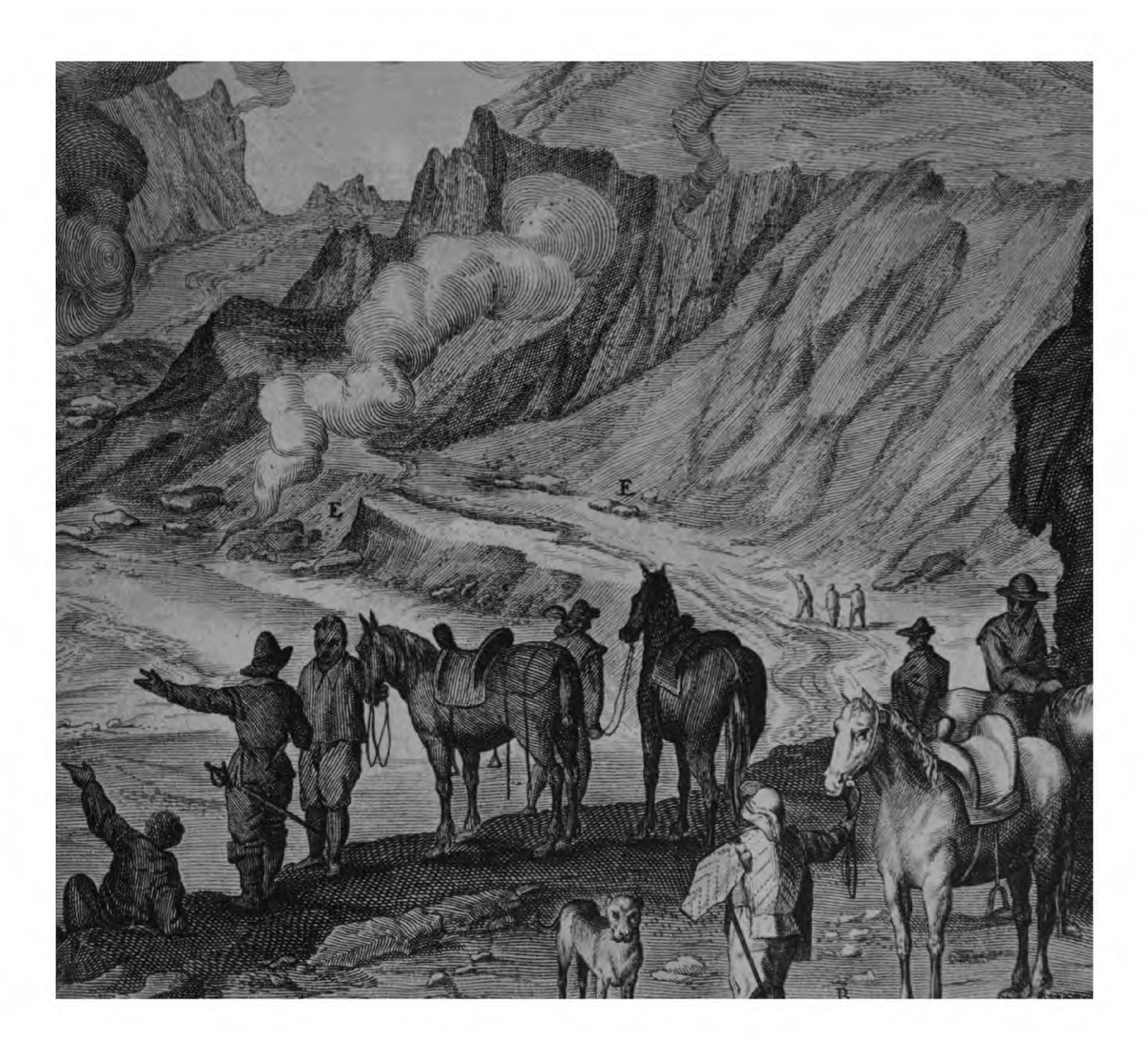
Les Antilles ne sont peut-être qu'une émanation atlantique.

Chacun de ces grands types de volcanisme possède ses propres caractéristiques. Les volcans du premier groupe sont généralement disposés en segments de ligne droite, tandis que ceux appartenant au second

Détail de lave tordue, après solidification sur magma incandescent et visqueux.

Pages 14/15 : La solfatare de Pouzolles.
Gravure flamande du XVIIe siècle.


D
D
F
C
A


E
F

La catégorie délimite des chaînes en forme d’arc. Les volcans des « anciens plateaux » ne sont pas très explosifs mais compensent par d'énormes



coulées de lave.

Pompéi. Figure moulée d'une victime de l'éruption de l' an 19 AP.

Les volcans alignés en arc, en revanche, n'émettent généralement que des langues de lave visqueuses qui se solidifient rapidement ; mais à cause de cette viscosité même , et peut-être aussi à cause de la composition chimique de leur magma, ces volcans contiennent souvent de violentes éruptions. »

L'ESPRIT D'EMPÉDOCLE

Avec la disparition de la quasi-totalité des écrits d'Empéd Ocle, nous avons malheureusement perdu le premier

observations de phénomènes éruptifs faites par un esprit véritablement scientifique.

Cinq siècles avant notre ère et au crépuscule - d'une vie étonnamment active, le philosophe - d'Agrigente se serait retiré sur le grand volcan sicilien. S'établissant près du cratère de l'Etna, à une altitude d'environ dix mille pieds, sur une colline connue encore aujourd'hui sous le nom de *Torre del Filosofo,* il a passé les dernières années de sa vie à observer l'activité du volcan et à essayer de comprendre les causes des jeux enflammés joués par la Terre.

Bien que les écrits d'Empédocle aient disparu au cours de l'histoire mouvementée de la Trinacrie, leur esprit, clairvoyant et critique , se retrouve dans ce poème anonyme de la Rome antique, intitulé *Etna,* dont je voudrais citer un extrait plutôt long passage :

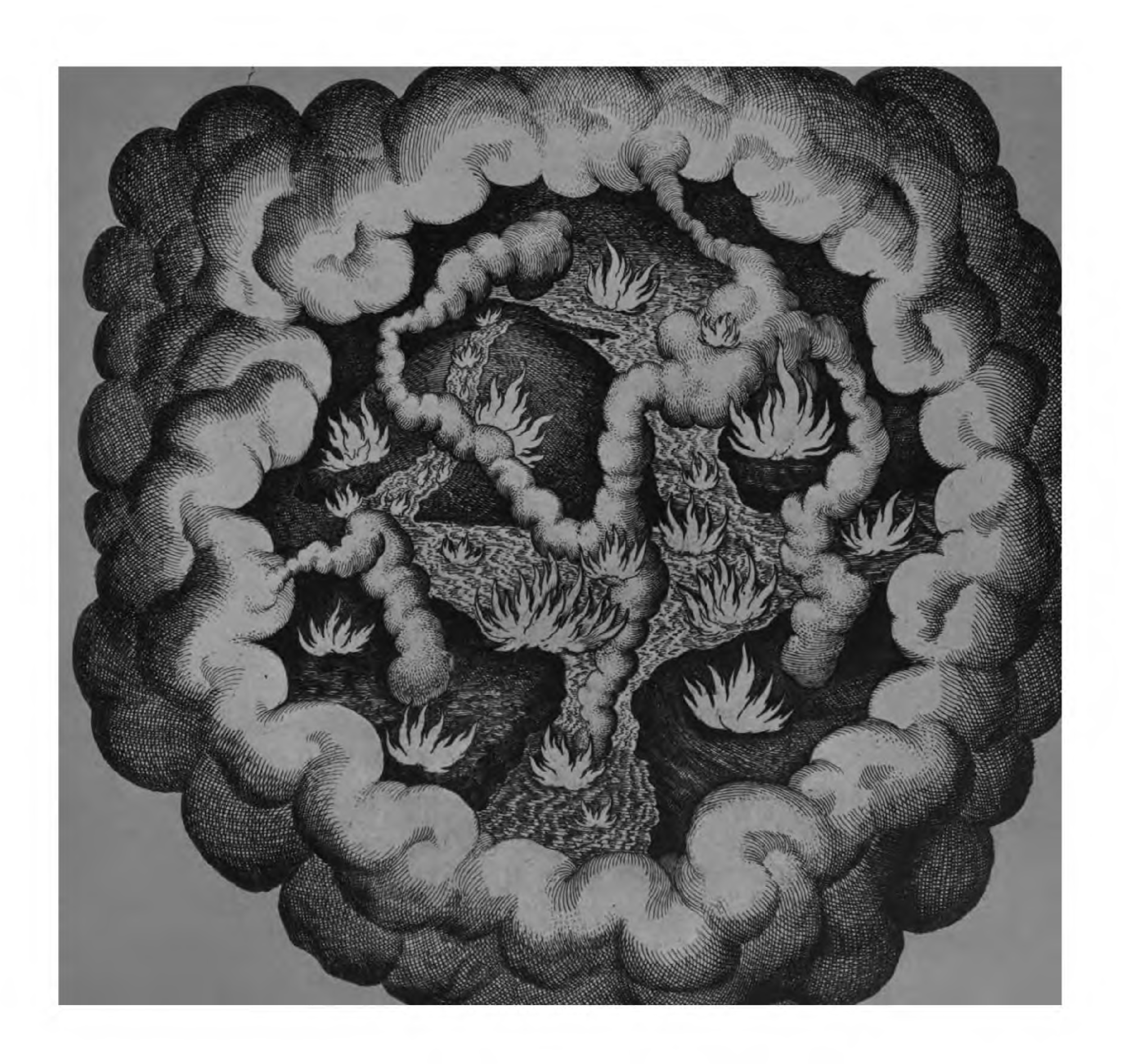
«Principio ne quern capiat fallacia autum dedes esse dei tumidisque e faucibus ignem Vulcani ruere et clausis resonare cauernis festinantis opus.»

« Premièrement, aucun homme ne doit se laisser piéger par la fiction trompeuse des poètes. Là-haut, dit-on, est la demeure d'un Dieu ; de ses gouffres tout remplis le feu de Vulcain déborde et de ses cavernes murées retentit le vacarme de son grand ouvrage.

«Ces fourneaux ardents, ainsi raconte leur histoire, sont ceux-là mêmes qu'utilisaient les Cyclopes lorsque, frappant vigoureusement l'enclume avec vigueur et à l'unisson, leurs énormes et lourds marteaux forgeaient le formidable éclair et façonnaient les bras de Jupiter. Une histoire tellement méprisable et

dénuée de tout fondement factuel ! Et une plus grande fiction

Le mélange du chaos et des éléments. Gravure allemande du XVIIe siècle.





Pourtant, l'histoire blasphématoire raconte que les feux éternels du sommet de l'Etna sont attisés par les combattants des adeptes phlégéthontiques. Autrefois, selon le récit, les géants tentaient — oh quelle horreur ! — d'expulser les dieux de la voûte céleste, d'emprisonner Jupiter, de le détrôner et d'imposer leurs lois aux cieux vaincus. On dit que ces monstres ont une apparence normale jusqu'à la taille, mais en dessous, ce sont des serpents recouverts d'écailles qui s'enroulent à un rythme tortueux et sinueux. En préparation du combat, ils construisent un mur extérieur composé de vastes chaînes de montagnes : ils empilent le mont Pélion sur le mont Ossa, plaçant le mont Olympe sous Ossa. Déjà, ils s'apprêtent à escalader ces montagnes amoncelées. Le soldat impie, tout près des étoiles effrayées, leur lance un défi ! En effet, prêt à se battre, il défie tous les dieux... ses bannières se dressent déjà en première ligne. Jupiter, haut dans le ciel, tremble : il est armé d'éclairs brandis dans sa main droite et il ordonne au ciel de se cacher derrière des nuages noirâtres. Soudain, poussant un rugissement terrible, les géants se jettent dans la mêlée. Le père des dieux élève désormais la puissante voix du tonnerre, accentuée de toutes parts par les vents tordus et toujours plus violents et tout ce qu'ils entraînent avec eux dans leur sillage. Accompagnés de rafales de pluies torrentielles, des éclairs percent les nuages. Pour une défense commune, tous les pouvoirs exercés par les dieux sont unis pour le combat. À droite de Jupiter se trouve Pallas, Mars à sa gauche ; déjà tous les autres dieux sont présents, debout, à ses côtés. Jupiter, en tant que Dieu, commande : ses puissants feux sont amenés à crépiter ; et le voilà… victorieux ! ...et

Etna, cratère adventif formé par des éruptions de flanc.

ses éclairs font tomber les montagnes. Ainsi périssent ces armées impies, vaincues, mises en déroute par les dieux, englouties dans l'effondrement du monde.

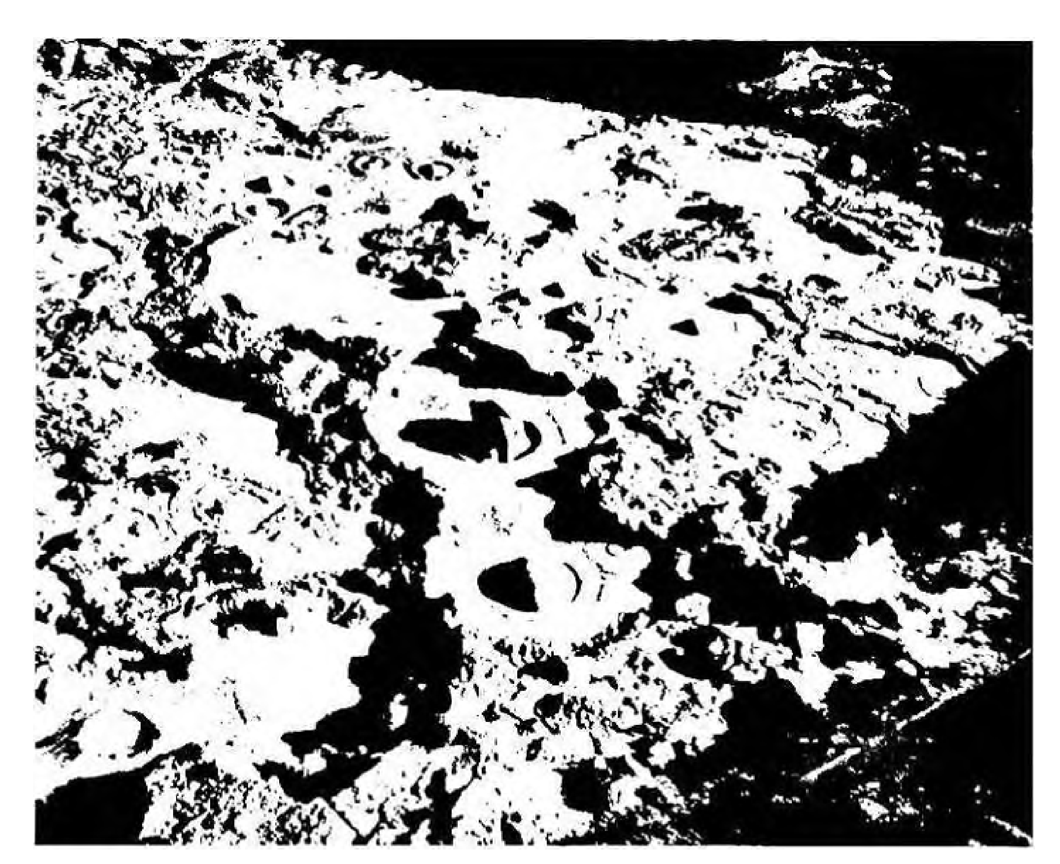


Carte de l'île de Vulcano.
Gravure française du XVIIIème siècle.

montagnes. Dos tournés vers la scène, ces criminels s'enfuient avec leur cortège et suivis de leur mère, la Terre, qui continue d'inciter ses fils

vaincus, couchés à ses pieds, à poursuivre le combat. Paix alors

returns to Earth, now rid of its enemies and at rest. The stars resume their stations in the heavens, and, in a universe just defended in



Solfatara at Pouzolles. Boiling and sulfurous mud.

this manner, regain their former luster. Then, in the chasms of Trinacria, with Jupiter buried under Etna and Enceladus dying, the latter tosses under the huge mountain mass, and hi^ impertinent agitations made fire vomit from the mountain's throat.

"This is the gossip spread everywhere by a deceptive tale. Poets are talented: this is the hallmark of their fame. But, to a large extent, les événements décrits ne sont que des mensonges. Les poètes, dans leurs vers, voient des ombres noires sous - terre. Parmi les esprits, ils peuvent percevoir le royaume enveloppé de brume de Pluton. Ils sont capables, ces menteurs !, de scruter le fond du Styx et les vagues enflammées de l'Hadès. Certains poètes fustigent Tityus en étendant sa forme hideuse sur des hectares entiers ; d'autres torturent toutes les parties du corps de Tantale... le tourmentent de soif. À Minus et Aeacus ils chantent les louanges des jugements prononcés dans le monde inférieur. Encore une fois, ce sont eux qui font tourner la roue ardente du châtiment d'Ixion. En un mot, on attribue aux entrailles de la Terre toutes ces chimères dont elle sait bien qu'elles ne sont que de purs mensonges.

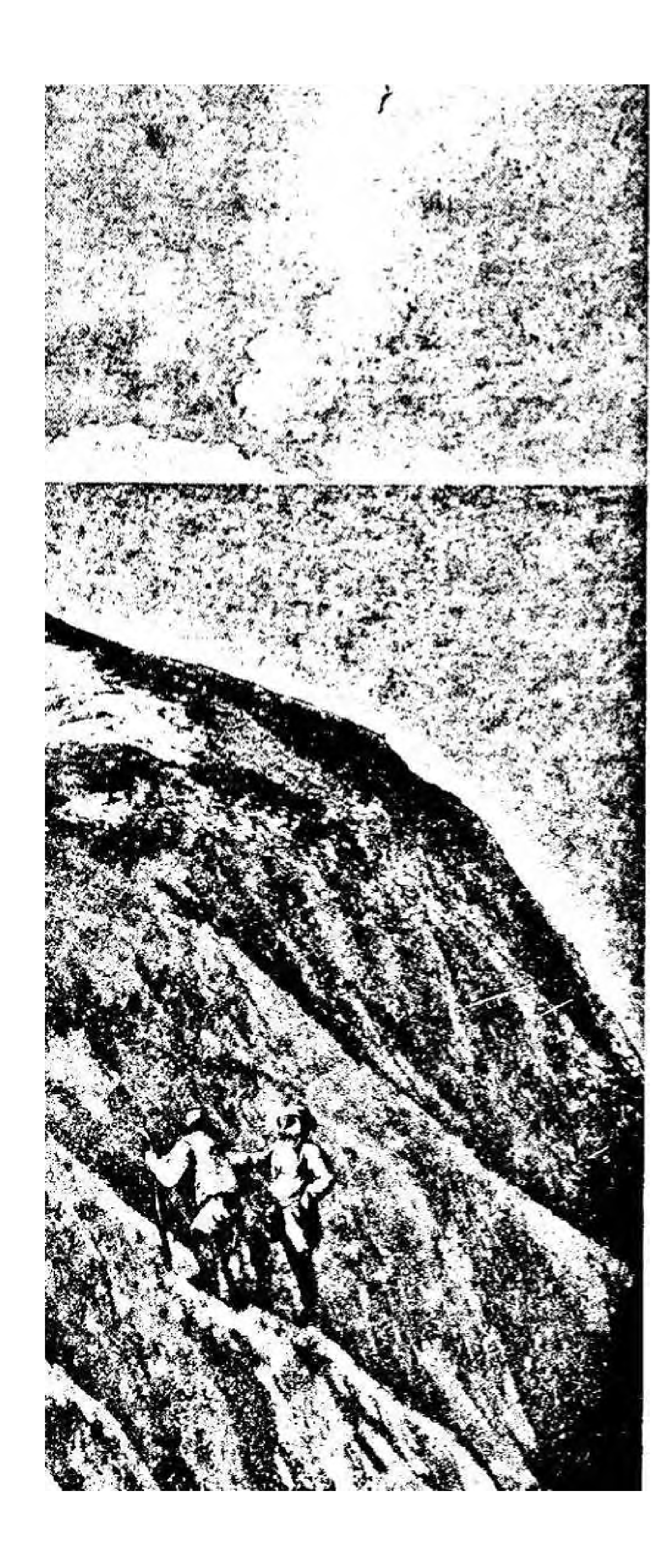
Depuis des temps immémoriaux, l'ignorance a poussé l'homme à doter les forces métaphysiques de traits de nature qui lui faisaient horreur. Les esprits perspicaces, essayant de découvrir les véritables causes des phénomènes naturels, furent confrontés à la tâche difficile de vaincre la superstition et le conservatisme borné.

Pour obtenir une véritable compréhension des événements et enquêter sur des causes incertaines… « … *fidem re* rum dubiasque exquirere causas …* » Dans l'état de la science antique, des théories qui font sourire aujourd'hui devaient forcément être formulées. Celle développée par le poète anonyme de l'Etna, probablement disciple d'Empédocle et de Lucrèce , est pourtant loin d'être absurde. Il attribue la cause des éruptions magmatiques à deux facteurs essentiels : avant tout au « souffle », *spiritus,* ou air, *aer,* et ensuite à ce qu'il appelle « pierre de moulin », *le lapis molaris,* à savoir le basalte. Eh bien, quoi

Etna. Gravure française du XVIIIème siècle.


H
B
B
B
A
A
G
D





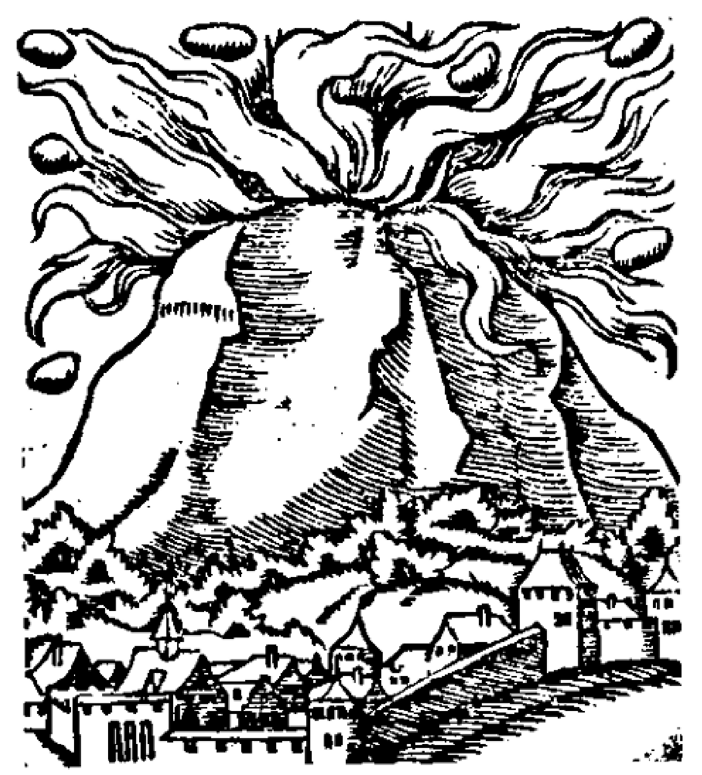
sont les éléments que nous considérons aujourd'hui comme les moteurs des phénomènes volcaniques ? Surtout du gaz et de la lave.

Ainsi, *mutatis mutandis,* à travers des siècles d'ignorance, les concepts modernes rejoignent ceux des penseurs de l'Antiquité. Cela ne devrait pas nous surprendre outre mesure : contrairement au savoir dogmatique et doctrinaire du Moyen Âge, les scientifiques grecs, comme leurs homologues modernes, fondaient leur raisonnement sur l'observation des faits.

Nous ne connaîtrons jamais le contenu ni la forme des notes qu'Empédocle griffonnait sur ses tablettes d'écriture pendant les longues journées et les nuits de vigilance dans la vaste solitude des régions supérieures de l'Etna. Mais je crois qu'elles sont reflétées par le poète latin qui déclare, avec une justesse parfois surprenante : « …des masses de feu avancent ; devant eux, à l'envers, roulent des morceaux de rochers informes ; des nuages rugissants de sable noir s'élèvent dans les airs... Les éléments liquides (pierres) commencent à mousser de plus en plus et finissent par déborder comme un ruisseau tranquille étendant son écoulement sur les pentes vallonnées. Ces crues continuent progressivement leur progression (occasionnellement) jusqu'à douze milles ; car rien ne peut les faire reculer, rien ne peut les arrêter, aucun barrage ne peut retenir ce déferlement de roche ignée... Le ruisseau s'arrête entre ses berges, se durcit en se refroidissant et peu à peu les éléments ignés se solidifient ; ce qui apparaissait comme une moisson ardente subit une transformation . Lors du durcissement, ceux-ci s'accumulent.

Vue sur les deux cratères de Vulcanello, l'île de Lipari et l'île dite Sabina. Gravure française du XVIIIème siècle.

Les particules émettent des fumées, puis, sous leur propre poids, elles s'effondrent avec un rugissement et se brisent en particules dont l'intérieur est encore incandescent... »



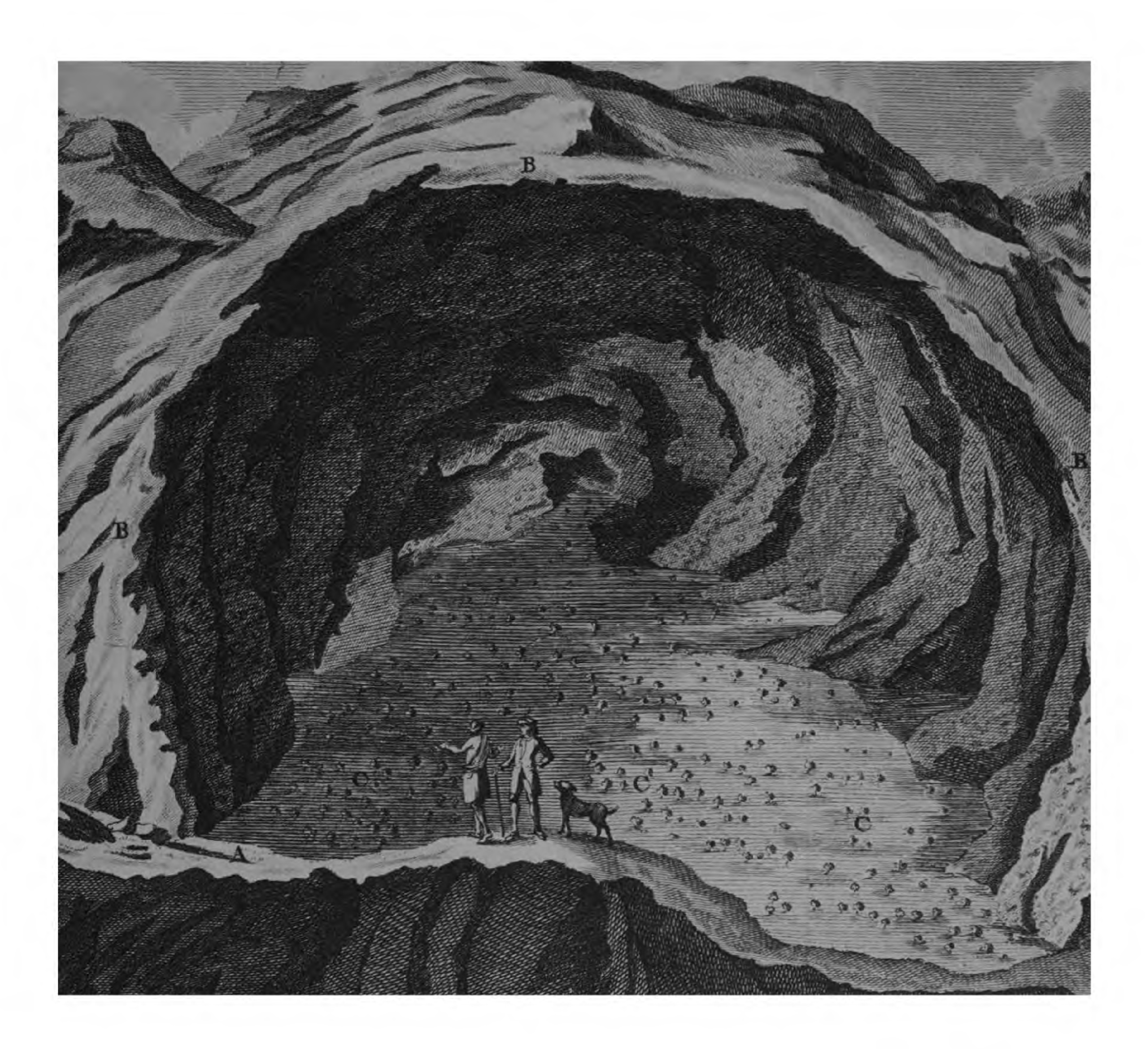
Etna. Gravure de Sébastien Munster. Seizième siècle.

LES DIFFÉRENTS TYPES D' ÉRUPTIONS

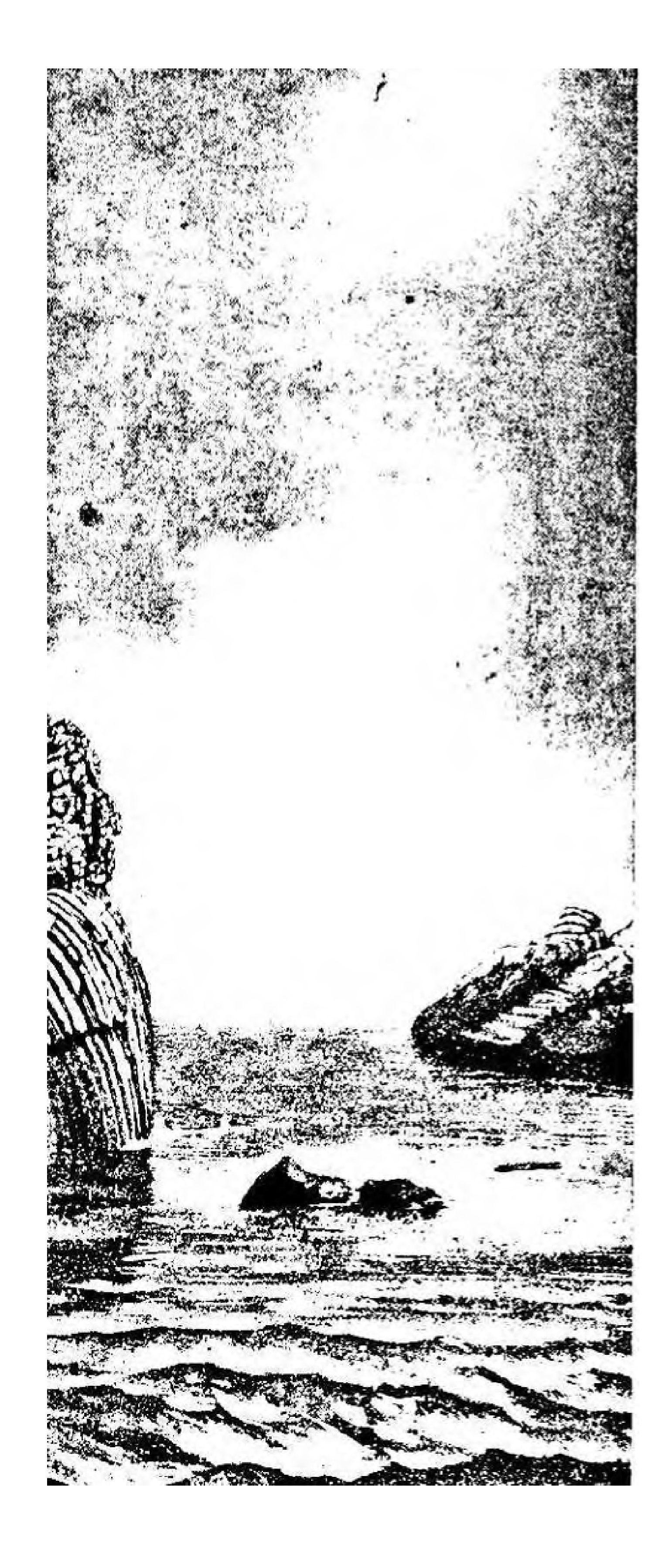
Les volcans de la Méditerranée, nichés au berceau même de notre civilisation, nous sont familiers à presque tous depuis l'enfance grâce aux récits lus à l'école sur Pompéi, à la mythologie dont nous entendons parler en troisième année: le Cyclope, Vulcain... Nous savons tous qu'en 79, le Vésuve a enterré Pompéi et Herculanum (bien que la ville de Stabiea soit souvent oublié), que Stromboli, anciennement connue sous le nom de Strongyle, est une île pyramidale dont le sommet fume pendant le jour et émet une lueur sinistre la nuit, célèbre comme le « phare de la mer Tyrrhénienne » depuis la haute antiquité. L'archipel des Îles Éoliennes est célèbre depuis des temps immémoriaux pour le verre volcanique de Lipari, depuis la République romaine pour ses bains de soufre, depuis l'Empire pour les prisons politiques qui furent réutilisées à l'époque fasciste. Mais combien savent que le Mont Vulcano, dont la dernière éruption en 1888 a duré plus de deux ans, est situé dans cet archipel, malgré le nom que porte l'une de ses îles ?

Bien que très différentes l'une de l'autre, les caractéristiques éruptives du Stromboli et du Vulcano constituent pour la volcanologie moderne deux des six prototypes d'activité dans lesquels peuvent généralement être classés les phénomènes éruptifs : hawaïen , strobolien, vulcanien, plinien (de Pline qui a décrit le premier phénomène catastrophique). éruption du Vésuve), Peléan (de la Montagne Pelée en Martinique), et Katmaian (de Katmai en Alaska), le Stromboli est l'un des rares volcans qui, tout comme l'Izalco au Salvador et le Yahue aux Nouvelles-Hébrides, est dans un état d'éruption constante. Mais cette éruption est du type le plus restreint ; même observé de près, il impressionne le spectateur avec une pluie - d'étincelles incandescentes et un tonnerre de canon accompagne les vomissements. L'activité strombolienne est caractérisée par l'échappement fréquent et plutôt rythmé de gaz sous pression , perçant le magma en fusion qui vise à

Soins ***sur l'île de Vulcano. Gravure française du XVIIIème siècle.***


B
B
B
C
C
C
A





mers au fond du cratère. Selon la violence de ces explosions, des lambeaux plus ou moins importants de cette pâte liquide sont arrachés par le jet gazeux et éjectés à des hauteurs nettement proportionnelles à la violence de l'explosion d'une part et à leur propre poids d'autre part. . Parce que, dans l'activité strombolienne, la pression de ces gaz n'est jamais très forte, cette hauteur n'est pas très grande, ne dépassant jamais quelques centaines de pieds au maximum, tandis que des altitudes de plusieurs milliers de pieds, appelées *éjectas,* sont atteintes par Paroxysmes vulcaniens, pliniens ou katmaïens.

Contrairement aux explosions très violentes, la force modérée des gaz lors d'une éruption de type strombolien est incapable de réduire les produits en lave. La taille des fragments varie d'un pois à un ballon de football, mais ils sont parfois aussi gros qu'une automobile. En durcissant pendant le refroidissement, ils prennent une texture irrégulière et cloquée qui les fait ressembler un peu aux scories de fourrure si familières à quiconque a déjà vu un « nouveau » volcan de près. Les volcans du Massif Central en France, même s'ils sont considérés comme éteints, présentent ces caractéristiques.

Les célèbres Puys d'Auvergne ont été formés précisément par des éruptions stromboliennes typiques . Ils se distinguent par leurs cônes de - scories accumulées, leurs cratères fréquemment percés, c'est-à-dire ayant un bord beaucoup plus bas d'un côté (dans certains cas même jusqu'au pied même du cône), et leurs coulées de lave. Ces flux, qui autrefois s'écoulaient, comme le raconte le poète latin, sont maintenant solidifiés en un

Récif de basalte à Trizza.
Gravure française du XVIIIème siècle.

forme sombre, robuste et enchevêtrée. L'Etna également, et a fortiori le Vésuve, révèlent lors de leurs éruptions une activité à prédominance strombolienne. Cependant, les deux volcans sont bien plus complexes dans leur forme, leur activité et leur longue histoire que le Stromboli ou les Puys d'Auvergne.

La dernière éruption de Vulcano, de 1888 à 1890, constitue un prototype d'une autre activité, ce qu'on appelle l'explosion vulcanienne. Dans ce cas, le magma n'est pas *basique,* c'est-à-dire faiblement siliceux, comme celui du Stromboli ou de l'Etna, mais au contraire il présente un pourcentage élevé de silice ou, comme on dit, il est *acide.*

Le pourcentage de silice (SiOz) est généralement présent en proportion inverse à celui du fer, de la magnésie et de la chaux, autant de substances chimiques qui confèrent aux minéraux dans lesquels ils apparaissent une teinte plus foncée à mesure que leur proportion augmente. Les basaltes, qui contiennent un pourcentage élevé de ces minéraux ferromagnésiens, sont pratiquement noirs, tandis que les rhyolites et les liparites de Vulcano, qui contiennent moins de ces substances, sont de couleur claire.

Les laves acides sont beaucoup plus visqueuses que les basaltes. Non seulement il est vrai qu'ils s'éloignent rarement de leur point de décharge (trop collants et trop lents, ils se solidifient rapidement), mais même dans le cratère même, ils produisent une résistance aux gaz sous pression qui s'accumulent sous eux, une résistance si Il est formidable que, lorsque ces gaz parviennent à briser la résistance du magma épais et souvent déjà partiellement consolidé, l'explosion qui accompagne leur libération atteint un degré extrême d'intensité. Son violent déchaînement fait alors voler en éclats le bouchon de lave, le « bouchon », constitué de roche et de pâte siliceuse, projetant des fragments à haute altitude. Le résultat est la formation, au-dessus de la montagne déchaînée, d’un sinistre et splendide champignon de « fumée ».
jaillissant en circonvolutions denses et rapides, un monstrueux chou-fleur désigné par les Italiens - depuis des siècles sous le nom de *pino.* Il peut être surprenant qu'un phénomène aussi menaçant soit assimilé à un arbre brillant, le pin, qui pourrait bien représenter un symbole de vie. Mais le *pino volcanique,* vu à une distance de trois à cinq milles, il perd son aspect effrayant : de ce point d'observation, il apparaît presque immobile , se découpant sur le ciel bleu de la Méditerranée comme la silhouette pure et parfaite du pin parasol.

Le matériau qui le compose est un mélange intime contenant des fragments irréguliers de roche solide et de magma pâteux dans des gaz surchauffés en expansion rapide. *Bombes* est le terme que nous utilisons pour désigner les fragments dont la taille dépasse celle, disons, d'une pomme ; les *lapilli* ont la taille d'un grain de riz, d'un haricot ou d'une noix ; il y a aussi les sables volcaniques assez grossiers, et les cendres volcaniques, substance pulvérulente dont le degré de finesse dépend de la violence de l'explosion et dont les dimensions se mesurent en microns. Le terme *cendre,* en ce qui concerne les volcans, peut prêter à confusion : il ne s'agit pas du résidu d'une sorte de combustion mais plutôt d'une roche en poudre pour laquelle l'appellation « poussière volcanique » aurait certainement été plus appropriée.

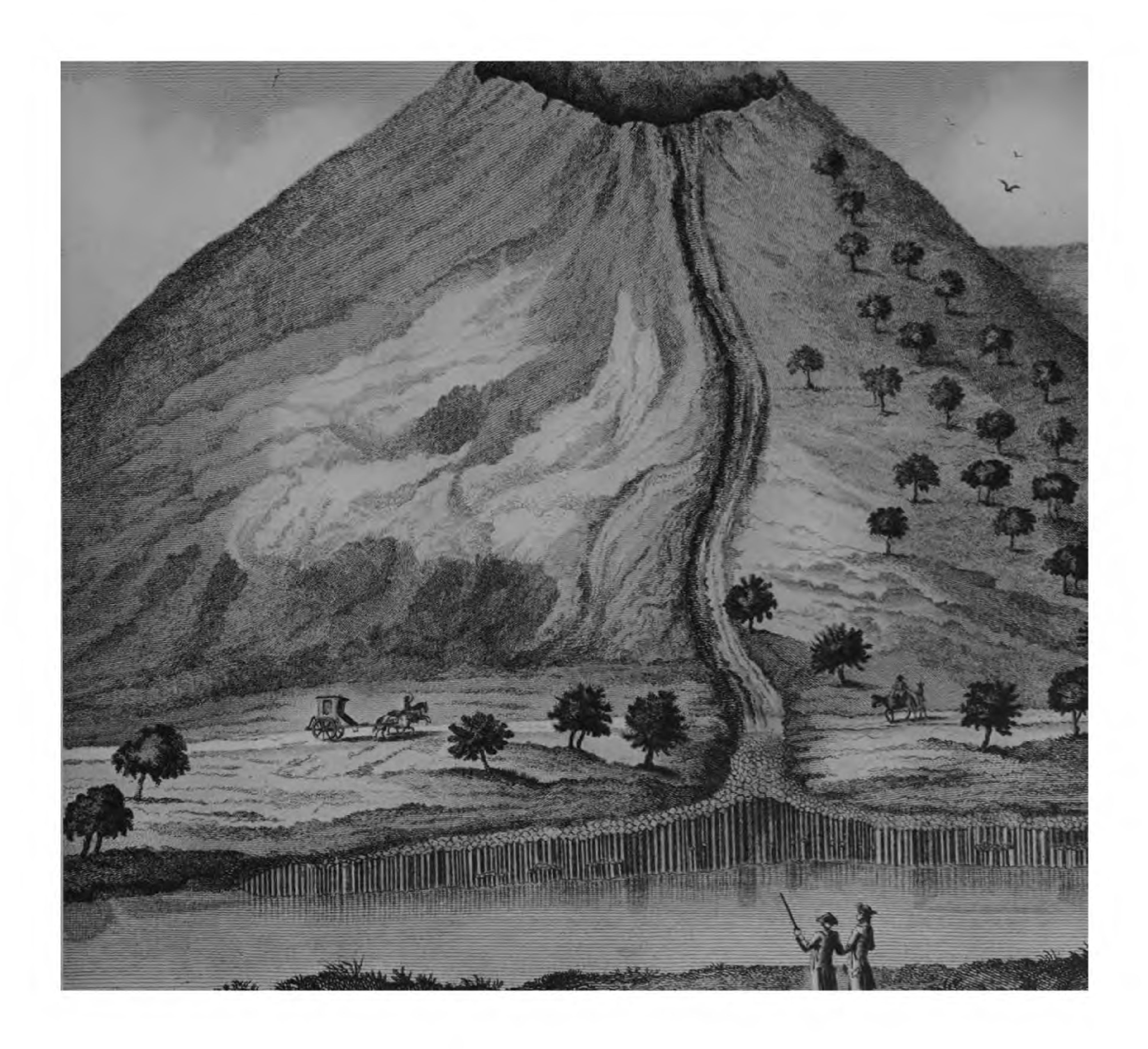
Les éruptions vulcaniennes sont caractérisées par les bombes dites à « croûte de pain », des missiles ronds en forme de pain, éjectés à l'état

encore pâteux et dont la surface crépite lors du refroidissement.

Les explosions pliniennes sont semblables à celles du

Cratère de la Montagne de la Coupe et coulée de lave créant un pavement de basalte.

Gravure française du XVIIIème siècle.





grandes éruptions du Vésuve. Le premier cas enregistré de ce type d'explosion a été observé par Pline l'Ancien, qui a perdu la vie dans cette tentative. Il a été décrit par son neveu, Pline le Jeune. Plutôt qu'un type réellement différent, l'activité plinienne est une forme plus violente de l'activité strombolienne, accompagnée, simultanément à la destruction de la partie supérieure de la montagne sous la violence de la rafale volcanique, par la projection à haute altitude de millions de planètes. tonnes de cendres et de lapilli et formation d' un *pino* dont la forme est similaire à celle observée lors des éruptions vulcaniennes.

Les lapilli et les cendres provenant de l'explosion plinienne de l'an 79 ont enseveli la ville de Pompéi sous une couverture d'une trentaine de pieds de profondeur.

péléenne a été observée pour la première fois par les scientifiques lors de la longue convulsion de la Montagne Pelée, au moment même de l'éruption paroxystique qui anéantit la ville de Saint-Pierre en Martinique et tous ses habitants en quelques secondes le matin du 8 mai 1902.

Ce type d'éruption est assez complexe, mais il présente plusieurs caractéristiques, appelées caractéristiques péléennes , qui sont toutes étroitement liées à la nature visqueuse de la lave, à savoir le dôme, la colonne vertébrale et les nuages incandescents. Le dôme est formé par la décharge presque imperceptible d'une épaisse masse de lave qui, peu à peu, forme une coupole solide de couleur grise. La colonne vertébrale,

Volcan Aso-san au Japon. Dans le cratère : fines couches de tuf de cendres. La partie inférieure a été pliée , soit par gravité, soit à la suite d'un - tremblement de terre, et ses couches, une fois pliées, ont été recouvertes de couches subhorizontales. On remarque au centre la strate



de bombes volcaniques.

phénomène rare, est un extraordinaire

is like a gigantic nail forced through a die plate of corresponding size. The spine that was produced on Mount Pelée of Martinique in 1902 reached the fantastic height of more than thirteen hundred feet and gave off a lurid glow at night like some spectral lighthouse. Upon cooling, these monoliths shatter and crumble into a vast pile of debris.

monolithe incandescent s'élevant au-dessus d'un dôme sous la poussée de la substance sous-jacente. Il

Vue d'une section du rocher de Mallias. Gravure française du XVIIIème siècle.

Le nuage incandescent est une émulsion infernale de gaz ardents et de poudre de lave incandescente éjectée latéralement sur l'écheveau d'un dôme arrivé à maturité. La vitesse des nuages rougeoyants peut dépasser trois cents milles à l'heure. Une de ces avalanches de foudre éclata, brûla vive la population et anéantit d'un seul coup la ville de Saint-Pierre. Cette vitesse extrême est due en partie à la violence de l'explosion initiale, en partie à la gravité et en partie peut-être aussi à un phénomène de réaction provoqué par les gaz enfermés dans la lave. Ces gaz continuent de fusionner dans chacune des particules.

Les éruptions de type katmaien (Katmaia : volcan d'Alaska entré en éruption en juin 1912) semblent heureusement très rares de nos jours. Mais ils se sont produits fréquemment au Tertiaire et même pendant une partie du Quaternaire, et il n'y a aucune raison de supposer qu'ils ne se reproduiront pas un jour. Ce serait désastreux, car leur trait caractéristique, les coulées de sable liées aux nuages incandescents, sont des averses de gouttes de lave incandescente capables d'anéantir des régions entières.

Outre l'éruption du Katmai, nous ne connaissons à ce jour qu'une seule autre éruption de ce type, à savoir celle du mont Bezymiany en 1956 ; cela s'est également produit dans une zone inhabitée. Cependant, au cours des périodes géologiques récentes, d'énormes « pluies de feu » ont balayé diverses régions du monde : Nouvelle-Zélande, Sumatra, Amérique du Nord, Italie, Afrique centrale et Tibesti. Cette « pluie » de silicate en fusion, éjectée par millions de tonnes, en gâteaux et, une fois durcie et refroidie, se réunit pour produire une roche acide dont l'origine est longtemps restée mystérieuse. On l'appelait *ignimbrite (ignis :* feu et *imbris :* pluie).

Dans une mesure encore plus grande que pour le type strombolien, l'activité dite hawaïenne se produit uniquement dans les laves basiques ou ultrabasiques (basalte ou basanite). En fait, c'est la fluidité de ces magmas qui rend possible l'inondation de vastes étendues par d'énormes coulées de lave et le jaillissement de « fontaines de lave » jusqu'à des hauteurs de plusieurs dizaines, voire plusieurs centaines de pieds. Ces lacs de roches en fusion, parfois éphémères, s'élèvent et disparaissent au gré des éruptions ; parfois ils sont permanents, comme ceux du Kilauea qui furent découverts par les explorateurs de l'île d'Hawaï en 1823 et qui disparurent seulement un siècle plus tard lors de l'éruption de 1924, ou celui du Niragongo au Congo, découvert en 1948 et fut toujours actif en 1960.

La fluidité de cette lave, si pauvre en silice et riche en chaux et en alcalis, permet aux gaz magmatiques de s'échapper en traversant sans difficulté le liquide. De même, la pression des gaz n'atteint jamais le niveau qui provoque les terribles explosions des éruptions de type vulcanien, péléen ou katmaïen. Mais si l'extrême fluidité de ces basaltes élimine la menace d'explosions catastrophiques, elle expose les populations voisines à un autre danger, celui des coulées de lave à grande vitesse - pouvant dépasser trente milles à l'heure - et à la capacité de ces dernières à s'échapper. des coulées de lave pour engloutir de vastes zones. L'exemple le plus impressionnant des deux derniers siècles est celui de l'éruption du Laki en Islande, qui a entraîné la mort de dix mille personnes et enseveli 123 500 acres de terre sous la lave.

Il serait erroné de supposer, à partir de la lecture de cette description sommaire, que les volcans peuvent être strictement classés dans ces quelques catégories.

« Geysers islandais observés le 30 juillet 1814 »

Gravure anglaise du XIXe siècle.







gories. En réalité, ce n'est pas si simple : de nombreux centres éruptifs ont une histoire compliquée, car la nature de leurs laves et les - caractéristiques dynamiques de leurs éruptions ont changé au fil des siècles. Plus étrange encore, il arrive souvent qu'au cours d'une même éruption la nature de l'activité soit modifiée en passant par exemple de l'éruption strombolienne à l'éruption hawaïenne, ou du vulcanien au strombolien . Ces changements sont responsables de nombreux facteurs qui influencent l'activité éruptive : la chimie du magma, le nombre d'éléments volatils qu'il contient, sa température et sa viscosité, ainsi que l'intensité des forces tectoniques locales. L'état du cratère nourricier est également important, car il peut être exempt d'obstacles, encombré par des détritus ou bloqué par un stock de lave durcie. Tous ces facteurs, et sans doute bien d'autres qui varient au fil du temps, modifient les caractéristiques d'une éruption de plusieurs manières.

Bon nombre de nos volcans peuvent néanmoins être rangés dans l'une ou l'autre catégorie bien définie, et le volcanisme méditerranéen nous en offre un bon échantillon: à côté des prototypes, Stromboli et Vulcano, se dresse l'Etna, qui présente souvent une activité hawaïenne, et le Vésuve, qui présente parfois une activité strombolienne ininterrompue pendant de nombreuses années et achève habituellement son cycle par le violent point culminant d'un paroxysme de type plinien. Dans la mer Égée se trouvent Santorin et la pittoresque Therasia dans un magnifique croissant de falaises alternées de couches noires, blanches et rouges tombant directement du ciel azur dans la mer bleue et entourant le dôme presque complètement submergé de Kaumenes, fumant la paix.

Éruption sous-marine de Capelinhos, fatale aux Açores.

pleinement dans l'intervalle entre les éruptions péléennes ou vulcaniennes ; et enfin il y a les -volcans sous-marins pratiquement inconnus dans les détroits qui séparent la Sicile de l'Afrique.

MORPHOLOGIE DES VOLCANS CONSTITUTION DU GLOBE ET PROFONDEURS DES FOCI

La forme des volcans dépend du type d'activité, lui-même dépendant de la nature chimique et pétrographique des laves. On comprend que les basaltes fluides des volcans hawaïens, coulant sur des kilomètres incalculables, ont, par accumulation de milliers d' écoulements superposés, construit des montagnes en forme de boucliers plats et ronds. Ces montagnes sont gigantesques. La hauteur totale du Mauna Kea ou Mauna Loa, dont les vastes fondations s'étendent sur des centaines de kilomètres carrés, à treize mille pieds au-dessous du niveau de la mer, dépasse vingt-neuf mille pieds.

Malgré le dôme déprimé si caractéristique des boucliers hawaïens, les cônes plus ou moins tronqués produits par des laves moins fluides apparaissent comme le contour familier des gravures, des gravures et des dessins d'enfants.

Le cône volcanique est en réalité l'équivalent du terril minier puisqu'il s'élève petit à petit avec l'accumulation des scories éjectées par l'évent éruptif. Composée entièrement d' *éjectas* ou de couches de lapilli alternant avec des écoulements massifs et durcis, selon les cas, la pente de la montagne varie d'environ vingt à quarante degrés par rapport à l'horizontale.

La forme de la montagne ainsi que celle du cratère dépendent dans une large mesure du type d'activité. L'entonnoir d'explosion classique entoure une ouverture d'éjecta fragmentaire, tandis que l'entonnoir basal

les volcans tiques, où l'écoulement est sensiblement plus grand que la projection de produits fragmentés, ont pour cratères des évents cylindriques, dont deux ou trois s'emboîtent parfois les uns dans les autres. Ces évents sont probablement causés par un effondrement soudain suite à un retrait de ce qu'on appelle la colonne de magma. Cette colonne, comme la colonne de mercure d'un énorme thermomètre, descend à travers la mangeoire du volcan jusqu'au réservoir profond.

A quelle profondeur se situe ce foyer ? Constitue-t-il une chambre individuelle pour chaque gorge éruptive ou les volcans d'une même chaîne sont-ils alimentés à partir d'un réservoir commun ? À cet égard, nous ne travaillons encore qu'avec des hypothèses et les opinions sont amenées à varier. Certains placent le foyer à trois ou quatre milles sous la surface ; d'autres encore estiment que les foyers sont situés tout au fond de la croûte terrestre. L'épaisseur de cette dernière, d'après la sismologie , est généralement estimée entre trente- sept et dix-huit milles sous les régions continentales du globe, mais à moins de trois milles sous les océans. Il semble logique de supposer que les volcans marins sont au moins directement alimentés par l'immense réservoir constitué par le manteau magmatique, limité d'une part par la « discontinuité Moho rovicic » qui le sépare de la croûte terrestre et la « discontinuité de Gutenberg ».

Éruption de Capelinhos aux Açores. L'éruption , d'abord sous-marine, a formé assez rapidement une île au-dessus du niveau de la mer. Cette île était reliée à Faial par un isthme d'abord étroit mais qui ne cessait de croître grâce à

l'accumulation de lave, de cendres et de lapilli éjectés par le volcan. Sur cette photo, l'isthme est très étroit et des lagons sont encore visibles.





nuity » à une profondeur de mille huit cents milles, la séparant du noyau terrestre.

Il convient surtout d'écarter l'idée que le magma basique dont est composé ce manteau se présente sous la forme plus ou moins liquide des laves vomies par les volcans. Au contraire, il est certain – comme en témoigne la nature des ondes générées par les tremblements de terre – qu’il a l’apparence d’un corps d’une extrême rigidité. C'est du moins ainsi qu'il réagit aux stress à court terme, comme ceux résultant des séismes, quelle que soit leur violence. Cependant, il est cédant et ponctuant lorsqu'une contrainte, même très faible, est exercée sur lui pendant un laps de temps suffisamment long. En de nombreux points du globe, on peut désormais constater chaque année un affaissement ou un soulèvement de régions continentales d'environ un à dix millimètres et plus, du fait des chargements et déchargements auxquels ces régions sont exposées : libérées de la calotte glaciaire du Quaternaire , la Scandinavie connaît un essor ininterrompu depuis plusieurs milliers d'années ou, selon les mots d'un dicton carélien : « Il laboure là où son grand-père pêchait le hareng dans la mer Baltique. » Tous les deltas diminuent en moyenne d'un à deux millimètres par an ; cela ne se produit pas *malgré* les dépôts alluviaux accumulés par les rivières, mais précisément *en raison* de l'augmentation constante du tonnage. C'est ce poids qui fait peu à peu céder le magma sous-jacent. L'attraction exercée par la Lune et le Soleil sur ce fluide d'une extrême viscosité provoque quotidiennement d'étranges « marées terrestres » dont l'amplitude d'environ un décimètre reste aussi inaperçue pour nous que les marées marines le sont pour les navires.

Averse de cendres aux Açores.

L'image que l'on peut ainsi projeter de notre globe à l'heure actuelle est celle d'un œuf presque sphérique dont la coquille est composée de roches en couche de quelques kilomètres d'épaisseur (granite au dessus, basaltique en dessous) s'emboîtant de manière plus ou moins flexible. sur un «albumen», le manteau ultrabasique , solide lorsqu'on le mesure en secondes ou en heures, mais fluide lorsqu'on l'évalue au jour ou au millénaire. Enfin, le jaune de cet œuf terrestre, ayant un rayon environ la moitié du rayon total de la planète, est dit liquide, car les ondes S des séismes, ces ondes « croisées », oscillent dans une direction de vibration perpendiculaire à la direction de propagation et sont arrêtés par les liquides.

Le volcanisme, hormis le noyau, ne concerne sans doute que la partie supérieure du manteau basique. Et certains géologues pensent encore que ses racines ne vont même pas aussi loin et qu’il s’agit simplement d’un phénomène cortical. Jusqu'à tout récemment, le problème était strictement spéculatif et l'opinion la plus largement acceptée selon laquelle la profondeur des réservoirs volcaniques serait réduite reposait uniquement sur des prémisses arbitraires. Les premières mesures réussies effectuées dans ce domaine ont été publiées en 1956 par le géophysicien soviétique G. S. Gorsh kov. D'après ces mesures, le réservoir du volcan Kliutchevskoi à Kam chatka serait un corps lenticulaire liquide de deux milles et demi à cinq milles cubes s'étendant sur quinze à vingt milles et se trouvant entre *trente et quarante-cinq milles* sous la surface.

Cette découverte a été faite à la station de Kliutchi située à environ vingt milles au nord du puissant cône dont la hauteur est presque égale à

celle du Mont Blanc ; les sismogrammes qui y sont enregistrés montrent que les ondes S provenant des séismes du sud du Japon n'ont pas atteint cette station. Les autres observatoires sismologiques

Les conservateurs du Kamtchatka, en revanche, enregistrent les ondes « S » ainsi que les « P ». Or, le Kliutchevskoi se situe exactement sur l'azimut du sud du Japon. En calculant l'angle d'émergence des trains d'ondes sismiques provenant de cette partie des îles japonaises, Gorshkov a réussi à déterminer le volume et la forme de l'écran liquide qui arrête les ondes croisées, fixant leur profondeur à l'endroit même de la discontinuité physique. qui sépare la croûte terrestre de son manteau.

Il n'est évidemment pas possible de généraliser à partir d'une seule observation, pour affirmer que tous les foyers volcaniques sont incrustés dans la base de la croûte terrestre. Il faudrait attendre la conclusion de travaux de recherche ultérieurs menés dans d'autres parties du globe sur ce sujet pour pouvoir tirer des conclusions plus précises. Mais le foyer du Kliutchevskoi est le seul dont les coordonnées ont été établies à ce jour, et c'est un foyer profond.

Ce premier résultat est néanmoins d'une importance considérable, non seulement pour les théories sur le volcanisme, mais aussi pour la prévision des éruptions et, par conséquent, pour la protection des habitants des régions menacées . De nombreux problèmes liés à la géologie générale, aux mouvements tectoniques, à l'aspect physique du globe et à la géologie minière seront abordés sous un angle différent lorsque la question de la profondeur des réservoirs, de leurs dimensions (étendue , taille et leurs branches latérales) sera abordée sous un jour différent. a été définie avec plus de précision.

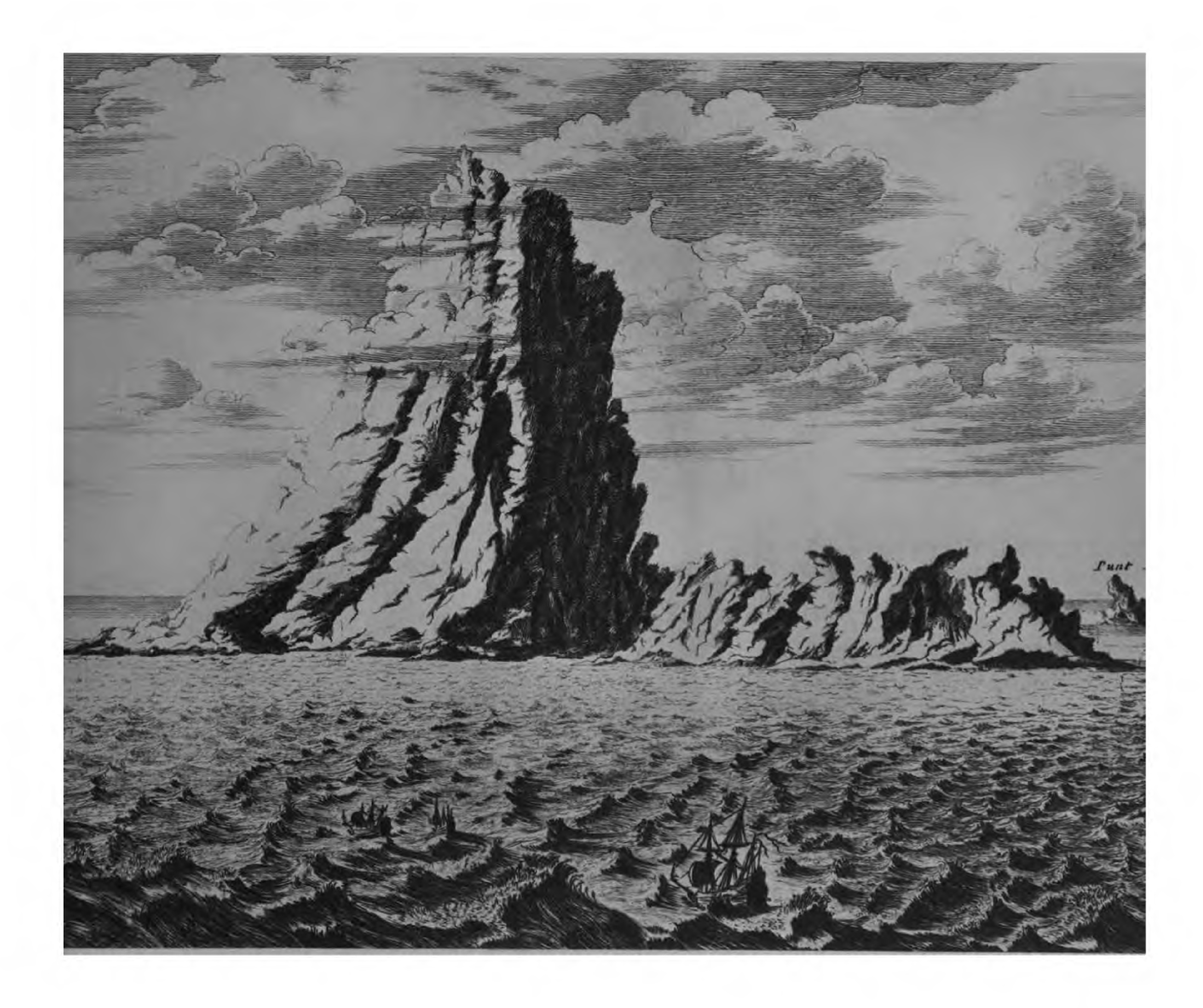
SUR LA VOLCANOLOGIE

Plus de deux mille ans après Empédocle et mille sept cents ans après Pline, la science

Les scientifiques reprennent l'étude des volcans. Ce mouvement a été lancé par le naturaliste italien Spallanzani dont les observations ont été publiées vers la fin du XVIIIe siècle. Bien qu'elle ait débuté par le simple enregistrement des phénomènes observés, la jeune science volcanique a progressivement acquis de la vigueur grâce aux analyses et aux mesures . Dolomieu fut le premier à se spécialiser dans la minéralogie des laves. Les températures furent enregistrées et l'étude des gaz volcaniques, d'abord qualitativement puis quantitativement — grâce à Fouqué et Brun — fut entreprise. Depuis plus d'un siècle, l'étude de la composition chimique des produits volcaniques n'a cessé de progresser. Une première station d'observation fut construite sur l'Etna au début du XIXe siècle, à une centaine de mètres du site où avait vécu Empédocle. En 1847, François Arago établit l'observatoire volcanique du Vésuve, sans aucun doute le volcan le plus célèbre du monde. Des sismographes y ont été installés au début de ce siècle. Un autre observatoire fut créé en 1912 au bord de la caldeira de Kilauea, dans l'île d'Hawaï, suivi d'autres, plus ou moins importants, au Japon, à Kam Chatka, en Nouvelle-Zélande, aux Antilles néerlandaises, aux Antilles et aux Philippines.

Dans ces observatoires, de nouvelles méthodes géophysiques constamment améliorées ont été appliquées à l'étude de l'activité volcanique. Depuis plusieurs années, les scientifiques enregistrent les secousses qui précèdent et accompagnent les éruptions. Ils ont mesuré les déformations de la surface du sol qui trahissent la lente migration

Pic de Ténériffe.
Gravure hollandaise du XVIIème siècle.


Punt

du magma profond, l'intensité du champ magnétique qui diminue lorsqu'une masse à haute température remonte vers la surface et, enfin, les variations de l'intensité de la gravité, sans doute également liées aux mouvements du magma. Nous possédons aujourd'hui un réservoir de techniques pour l'observation du volcanisme et les experts pratiquant cette science sont appelés volcanologues.

Il serait intéressant de savoir ce qui a poussé chaque volcanologue à choisir ce métier plutôt atypique. Autrefois, la plupart des naturalistes étaient susceptibles de succomber à l'attrait complexe de ce mystère scientifique mêlé à la prodigieuse splendeur des éruptions, et je crois qu'aujourd'hui encore, il doit y avoir un grand nombre de géologues qui sont également motivés à se tourner vers ce domaine. . Mais depuis quelques années, parallèlement au développement des procédés d'exploration scientifique du globe, la volcanologie, soudainement modernisée par la géophysique, a fait de tout nouveaux progrès ; dans de nombreux pays, un nombre toujours croissant de physiciens se joignent aux géologues et aux chimistes pour former des équipes dont l'efficacité ne cesse de croître.

En effet, le travail en équipe est essentiel pour la meilleure compréhension possible de la nature complexe du phénomène éruptif et une compréhension progressive de son mécanisme. Tant que l'on ne demandait qu'une description de ce que l'œil et l'oreille percevaient, un seul homme pouvait, le cas échéant, se charger de la tâche. Mais il faut aujourd'hui établir simultanément des mesures d'une multitude de paramètres différents, ce qui requiert un grand nombre de spécialistes. L'équipe idéale n'a sans doute pas encore assisté à une éruption, même si les équipes dépêchées par les Japonais au mont Usu en 1944, au volcan O-Oshima en 1951 ou encore à Sakurajima en 1956, les équipes américaines

enquêtant sur Kilauea en 1959 et les équipes russes étudiant Kliutchevskoi furent excellentes et rassemblèrent une riche moisson d'observations.

Le travail d'équipe est nécessaire car il y a de nombreux facteurs qui doivent être exprimés en chiffres et disposés dans des diagrammes interprétables : températures des gaz, mesures des débits et des pressions des gaz, ainsi que les analyses de gaz effectuées soit sur le volcan lui-même, soit en laboratoire après prélèvement d'un échantillon. été pris. Il doit y avoir une analyse des produits sublimes qui se déposent autour des boccas ou des fumerolles, une mesure de la température de la lave par pyroscopie en surface et, si possible, par pyrométrie sous la surface. Il est nécessaire de mesurer la viscosité des laves, d'échantillonner les produits d'éruption liquides et solides pour des analyses chimiques et pétrographiques ; il faut étudier le champ magnétique et ses fluctuations, la gravité, le sismisme, les déformations de la surface environnante, les courants terrestres, les phénomènes électriques d'émulsion de gaz et de cendres dans le *pino,* et l'expansion de la turbulence des vapeurs. Il nous faut en savoir plus sur la spectrographie des flammes, la cinématique des écoulements et des produits. Il faut établir l'énergie des explosions et mesurer les quantités d'énergie libérées. Tous ces facteurs doivent être étudiés simultanément et continuellement lors d'une éruption. Analyse des chiffres, comparaison des caractéristiques

Keshero, « l'île aux cochons » La crête circulaire d'un cratère immergé se dresse au-dessus du lac Kivu, le grand lac congolais lui-même d'origine

volcanique, puisqu'il est né au Tertiaire du barrage d'accumulations de lave des volcans Virunga formant l'archipel des Virunga. Haute vallée du Nil.





Les courbes et la discussion des résultats permettront de tirer des conclusions permettant de mieux comprendre les forces en jeu, permettant ainsi de prévoir les éruptions potentielles avec toujours plus de précision.

L'équipe parfaite n'est pas encore constituée, mais on constate une tendance croissante à s'approcher de cette condition idéale. Ceux de la station soviétique de Kliutchi, de l'observatoire américain du Kilauea sont devenus de dignes émules des Japonais, les premiers à s'intéresser et à maîtriser cet art. La Belgique a fait une - entrée brillante dans ce domaine, d'abord au Congo, puis en promouvant une entreprise internationale dans laquelle l'Italie, la Suisse et la Finlande jouent un rôle important. Ainsi, le vieil Etna sera bientôt hérissé de fils électriques reliés à des instruments d'enregistrement qui - l'exploreront sans interruption, et le même sort sera sans doute également réservé à Stromboli. Au Chili, la création d'un observatoire est à l'étude et cette station permettrait enfin de déchiffrer les énigmes de la Grande Cordillère, la Nouvelle-Zélande s'apprête à construire un observatoire sur le mont Tongariro entre les volcans actifs de Ngauruhoe et Ruaphehu, tandis que des stations sont actuellement équipées en Nouvelle-Guinée et en Mélanésie,

SUR LA « JOIE D'APPRENDRE » ET LE « PLAISIR DU SPORT »

L'exercice du métier de volcanologue, j'entends par là le volcanologue étudiant les phénomènes éruptifs actifs — car nous avons

Niragongo, 1959.
Gros plan sur le lac de lave en fusion de Niragongo.

a beaucoup appris et il y a encore beaucoup à apprendre de l'analyse des volcans éteints, et de nombreux problèmes sont également mieux résolus en laboratoire que sur le terrain - ce qui confère à ses disciples une foule de joies. J'hésite à les énumérer, de peur que choisir une catégorie ne revienne à exprimer une préférence, ce que je ne souhaiterais pas faire, tant sont grandes les circonstances changeantes , les difficultés, voire l'état d'esprit avec lequel on aborde tel ou tel volcan à un moment donné. dans sa vie. Par conséquent, les plaisirs tirés de ces différentes explorations sont également différents.

Il y a cette envie de « savoir » chantée par Termier, l'ambition de sonder une particule d'inconnu. Il y a la beauté vierge, la splendeur majestueuse d'une immense éruption d'une grandeur inégalée. Certaines personnes, et je me compte parmi elles, sont capables de savourer ce beau plaisir que procure tout type de sport de compétition.

Je dis bien « sport de compétition »*... car il y a un monde de différence entre le simple exercice d'une activité physique, que ce soit pour le plaisir ou pour des raisons de santé, et une pratique dans laquelle on doit souvent utiliser toutes ses forces. pour être victorieux. Si la question en jeu est de remporter la *victoire,* si c'est précisément le but pour lequel nous nous sommes engagés dans la compétition, il peut arriver que nous devions dépenser toutes nos ressources morales et intellectuelles, ainsi que physiques, dans cet effort. A cet égard, le sport de compétition représente un excellent terrain d'entraînement.

Bien sûr, il n'y a aucune raison impérieuse d'attaquer un volcan en éruption, en le traitant comme s'il s'agissait d'un adversaire dans un anneau, et la présomption d'une telle action à partir du présent texte serait absurde. Mais, tel un alpiniste, nous pouvons peser les obstacles à surmonter, les risques à affronter, les chances d'atteindre un certain site.

digne de notre intérêt. Ce n'est qu'à ce moment-là que nous nous lançons à sa poursuite et, tout comme en alpinisme, nous devons toujours être prêts à faire demi-tour si les circonstances changent ou si les estimations antérieures s'avèrent incorrectes. S'il est donc indispensable de céder lorsque la prudence l'exige, les participants à cette entreprise doivent aussi être capables, comme ceux qui se lancent dans tout jeu de compétition, de vaincre la fatigue et de contrôler leur respiration, ainsi que leurs muscles en proie à des crampes ou à une peur organique - tout cela. ceci afin d'atteindre un objectif qui resterait inaccessible en l'absence de cette volonté indomptable.

L'ÉTRANGE VOYAGE FAIT PAR POPKOV ET IVANOV

Il est fort probable que Popkov et Ivanov aient goûté aux joies amères d'un sport intense un jour de novembre 1938, lorsqu'ils réussirent dans une étrange entreprise. Depuis quelque temps, ils étudiaient l'éruption du Biliukai, le cône accessoire du puissant volcan Kliutchevskoi. Ils furent saisis du désir, tout naturel à tout volcanologue, de se rapprocher du phénomène et de tenter de l'observer sous un meilleur angle, permettant ainsi de mieux comprendre le mécanisme de l'activité.

Aujourd'hui, l'œil humain ne peut pas révéler grand-chose de nouveau ou d'inconnu. Depuis près de deux cents ans, trop de naturalistes pleins d'audace

Volcan Niragongo. «La grande gueule». Gorge de

descente inca expulsant des gaz qui s'enflamment au contact de l'oxygène de l'air. La température , mesurée dans la section la plus chaude sous la flamme, était de 1 840° F.





et une attention caractéristique aux moindres détails ont accumulé des observations. Aujourd'hui, nous avons peu d'espoir de faire progresser substantiellement nos connaissances - en volcanologie grâce à l'observation directe. Les mesures physiques et les analyses chimiques jouent un rôle de plus en plus important. Il est néanmoins nécessaire d'installer les instruments en des points susceptibles de nous fournir des données intéressantes, et accéder à ces sites reste aussi dangereux aujourd'hui qu'autrefois.

Les premiers paramètres que les volcanologues tentent de déterminer lors de toute éruption sont la température des laves et des gaz et la composition chimique des produits liquides, solides ou volatils éjectés par le volcan.

La température de surface de la coulée de basalte peut par exemple être facilement mesurée, même à distance, au moyen de pyroscopes. Ces - appareils fonctionnent selon un principe simple : un appareil optique contient un filament connecté via un rhéostat à une batterie électrique. Pour mesurer la température d'un corps incandescent, l'appareil est dirigé vers l'objectif et, grâce au rhéostat, la quantité de courant nécessaire passe à travers le filament pour que l'intensité de sa propre incandescence soit égale à celle du corps en question. En fonction de l'intensité du courant utilisé, une aiguille se déplace sur un cadran calibré en degrés centigrades correspondants plutôt qu'en microampères.

Bien que ce procédé puisse être suffisamment pratique et précis pour les besoins en question, il ne peut malheureusement pas être utilisé pour mesurer l'activité sous la surface. Il devient alors nécessaire de

Le mur supérieur de Niragongo. Les roches claires sont des coulées consolidées, les roches rougeâtres sont des tufs volcaniques.

utilisez d'autres thermomètres comme des cônes Seger, des petits cônes en terre réfractaire qui fondent à des températures connues ou, mieux encore, des thermocouples



Niragongo, 1959. Troisième plateforme. Membres de l'expédition du Centre National de Volcanologie , sur la plateforme inférieure (1410 pieds de

profondeur), prêts à s'approcher du lac de lave en fusion pour effectuer des prélèvements et des mesures.

constitué de deux fils de métaux différents soudés ensemble à leurs extrémités. Un léger courant est généré dans les fils lorsque cette soudure est chauffée dans un environnement approprié.

Ces pyromètres doivent être placés dans la lave dont la température et les fluctuations de température à différentes profondeurs sont à l'étude. Ici, le vrai sport commence, car atteindre un site où cela peut être fait et, a fortiori, y rester suffisamment longtemps pour terminer la prise des mesures, n'est pas toujours très pratique. Lorsqu'on tente de récolter des spécimens de lave en fusion ou, et c'est une entreprise beaucoup plus délicate, des gaz volcaniques, l'aspect sportif du jeu est le même.

VF Popkov et I. Ivanov, le géologue et le chimiste, sont ainsi arrivés à la conclusion à laquelle arrivera tôt ou tard tout véritable volcanologue doté d'une « curiosité pour les éruptions », à savoir prendre des risques pour s'approcher de l' objectif intellectuel : acquérir des connaissances! Le récit de Popkov, raconté en termes si simples, recèle une aventure incroyable :

« À environ 650 mètres de l'infiltration, la surface de l'écoulement en feu était recouverte d'une croûte sombre et creusée. La coulée elle-même était séparée de la rive de la « rivière » par une zone de lave incandescente de 7 pieds de large. Cette croûte fissurée avait un pied d'épaisseur, avec des points d'irrégularités de surface de près de 20 pouces de hauteur. Le courant l'a transporté à une vitesse décroissante vers l'aval, de 140 à 100 pieds par minute.

«Il était facile d'enfoncer une barre d'acier dans la lave rougeâtre qui coulait le long de la berge et d'insérer un pyromètre. Nous avons cependant dû abandonner cette expérience, car le mouvement - du flux risquait d'endommager l'instrument. Pour essayer de le suivre, en le tenant à la main et, en plus, d'un galvanom connecté eter, était impossible étant donné la chaleur et la rudesse de la berge.

«Néanmoins, nous étions très tentés de prendre des mesures de température de la lave. Nous avons également pensé qu'il serait intéressant de prélever des échantillons des gaz présents dans le basalte en fusion... L'idée nous est venue de traverser la zone de lave incandescente et de prendre pied sur la croûte sombre.

« Un bloc de roche refroidie assez lourd que nous jetâmes sur la lave incandescente nous convainquit que celle-ci était suffisamment solide pour supporter le poids d'un homme. Nous bombardâmes la masse compacte de basalte solidifié que nous projetions d'atteindre avec de lourds morceaux de roche pour tester sa résistance ; la croûte semblait solide malgré le bruit de verre brisé produit par nos missiles.

« Suite à ces « tests » préliminaires, et sans - lâcher la main d'Ivanov, j'ai posé, après avoir pris d'infinies précautions, un pied chaussé d'amiante sur la lave incandescente. Lorsque je constatai que sa surface offrait une résistance suffisante, je lâchai la main d'Ivanov et fis un autre pas en posant une partie de mon corps sur la tige de fer qui me servait de canne et qui s'enfonçait lentement dans la masse plastique.

« Encore un pas, et je pris pied sur la croûte sombre de la lave flottante où mon chimiste me rejoignit bientôt avec son laboratoire.

« Un vent froid du nord-ouest chassait rapidement les courants d'air chaud et les faibles - concentrations d'acide chlorhydrique émanant de la surface incandescente.

« Nous dérivions à peu près à la même vitesse que la lave en fusion, et nous avons ainsi pu mesurer sa température et prélever des échantillons de gaz en plusieurs points.

Shamumembé Nyamlagira au Congo,





« Après avoir enregistré l'heure et le lieu du début de notre expérience, nous avons commencé notre travail. Au moyen de la tige d'acier, nous perçons la lave rougeâtre jusqu'à une profondeur d'environ 16 pouces, introduisons le pyromètre et le connectons au galvanomètre. L'aiguille avança rapidement sur l'indicateur jusqu'au calibrage - correspondant à 752° F ; puis, progressant toujours uniformément quoique à un rythme graduellement décroissant, elle atteignit successivement 932, 1112, 1292 et 1472° F. Elle s'arrêta finalement à 1598° F puis commença à osciller vers le bas de 50 à 60° F. Une expérience ultérieure a produit un autre maximum de 1 598° et un minimum de 1 580° F.

« Tout le corps en mouvement courait sans cesse mais en douceur dans la direction est-nord-est. Des lambeaux d'amiante tombés par hasard sur la surface incandescente sont restés à environ un mètre derrière nous. Ceci était dû à l'effet de freinage exercé par les parois du lit sur l'écoulement du liquide fondu,

« À mesure que nous nous éloignions progressivement du site d'infiltration, le nombre de bulles de gaz éclatant en surface diminuait.

« Finalement, nous avons commencé à prélever des échantillons de gaz. Plusieurs tentatives ont échoué, car nous avons essayé de prélever des échantillons dans les bulles. Cependant, la bulle que nous avons recouverte d'un entonnoir n'a pas éclaté à l'intérieur de l'entonnoir mais plutôt sur le côté, permettant au gaz de s'échapper dans l'atmosphère. Nous avons alors fait un trou dans la surface de la lave, ce qui nous a permis, au moyen d'un tube en porcelaine et d'un entonnoir en amiante d'un diamètre suffisamment grand, de recueillir quelques litres de gaz.

« L'analyse du mélange gazeux subsistant

Kituro au Congo, vu depuis un avion après une éruption, 1957.

Le fait récent d'Ivanov indiquait : 1000 mg d'eau par litre de gaz ; 0,5% d'acide chlorhydrique ; 21 % d'oxygène et 78,5 % d'azote.

Je prie le lecteur de me permettre d'interrompre le récit de Popkov à ce stade pour noter que les deux scientifiques n'ont pas eu la chance qu'ils méritaient lorsqu'ils ont collecté leurs échantillons de gaz. En effet, outre le demi pour cent d'acide, l'analyse ne montre que de l'air, et cet air – comme je l'ai malheureusement constaté à plusieurs reprises – pénètre très facilement dans l'entonnoir de prélèvement. L'air est également littéralement capturé sous la lave par l'écoulement et se fraye ensuite un chemin vers la surface... pour être collecté, combiné avec les gaz magmatiques, par de malheureux volcanologues.

« Le prélèvement d'échantillons de lave, poursuit Popkov, comportait certaines difficultés. Il nous était facile de détacher de la masse des lambeaux de plastique, mais il était difficile de les transporter jusqu'à la surface de la croûte sombre sur laquelle nous nous trouvions, et les pièces placées là devenaient facilement adhésives avant d'acquérir une dureté suffisante pour empêcher une telle adhérence.

« Il était dangereux de rester debout longtemps sur notre dalle en mouvement et en feu dont la température de surface atteignait 520 572° F et révélait une coloration rouge foncé au niveau des fissures. A intervalles réguliers, nous étions obligés de grimper sur les points inégaux de la croûte pour permettre au vent de rafraîchir quelque peu nos pieds chaussés d'amiante. Lors de nos travaux, nous étendions une feuille d'amiante sous nos semelles, mais nous devions néanmoins souvent nous tenir en équilibre sur un pied comme une cigogne pour permettre à l'autre

de se rafraîchir au vent.

« A 9 000 pieds du point de rejet, le courant se déplaçait selon une pente de 5 à 6° et sa vitesse avait déjà été considérablement réduite. La lave sur les bords était encore plastique à

1274° F. Nous sommes restés une heure sur la croûte sombre. De notre point de départ nous avions parcouru le courant et avec lui plus de



6000 pieds dans un

Bezymiany au Kamtchatka au début de son

east-northeast direction and now, without having suffered any harm, we took a foothold on an older and already cooled outflow."

Sport, scientific research and aesthetic pleasure closely mixed in the pursuit of the same aim are, I believe, the elements in the exceptional feeling of fulfillment which sometimes rewards the men devoted to this kind of work. Neither in sport stadiums, on the Earth's poles, nor in the laboratories is it possible to savor this bittersweet, subtle pleasure of joined contrasts;

54 for in such an undertaking sometimes the one

éruption le 30 octobre 1955.

et parfois l'autre des éléments essentiels de l'homme est maintenu en alerte.

Il n'y a pas si longtemps, cette notion de recherche était encore la cible de certains grands prêtres complaisants de la science qui, avec mépris, s'isolent de la dure réalité. Cette faible estime de la valeur de l'effort physique engendrée par une sorte d'hyperintellectualisme étroit est vieille comme le monde, et il y a déjà deux mille ans les sages en condamnaient la stérilité : *Mens sana ... [« Mens sana in corpora sano »* -Un esprit sain dans un corps sain]. « Puisque le corps humain représente un outil sans égal, écrit le pasteur Vallery-Radot, n'est-il pas naturel d'essayer de mieux le comprendre ? Et nous pouvons ajouter : N'est-il pas également nécessaire de le former pour devenir un meilleur serviteur de l'esprit ? Depuis quelques années, nous assistons à une heureuse évolution à cet égard ; et cette réévaluation du *physique du savant* n'est-elle pas imputable aux progrès rapides de *la physique* du globe ? Des qualités longtemps méprisées, telles que l'endurance, la force, l'habileté, l'adaptabilité, la résistance musculaire et nerveuse, sont exigées du nombre croissant de chercheurs qui explorent le vaste domaine de la géophysique, dont la volcanologie ne constitue qu'un branche, à savoir l'océanographie, la glaciologie, le magnétisme, la météorologie , les études faites dans les milieux rudes et rudes des pôles, des déserts et des montagnes. Et les physiciens, qui embarqueront peut-être demain sur des missiles interplanétaires, ne doivent-ils pas, avant leur voyage (que ce soit pour un atterrissage sur la Lune, sur Mars ou sur Jupiter), subir des examens physiques

Éruption de Bezymiany le 30 mars 1956.





des tests équivalents à une préparation aux jeux olympiques ? Ces qualités « sportives » (même si je ne suis pas satisfait de ce terme, je suis incapable d'en suggérer un meilleur) sont également nécessaires aux volcanologues ; car c'est en grande partie de ces qualités que dépendent les possibilités de s'approcher suffisamment du cœur de l'activité éruptive pour en observer le fonctionnement de près.

Les éruptions volcaniques représentent de tels sursauts d'énergie que, au-delà de certaines limites, non seulement l'âme est envahie par un vague sentiment de terreur, mais même l'esprit non endurci, conditionné par l'instinct de conservation, perd l'acuité et l'adaptabilité indispensables à de tels élans. préservation. Néanmoins, le danger réel est généralement bien moindre que la peur qu'une éruption peut inspirer. L'expérience joue un grand rôle. La facilité avec laquelle nous apprenons à accomplir nos tâches dans cet environnement inquiétant, tout comme l'expérience que nous pouvons acquérir, dépendent de ce que nous appelons dans le sport (encore !) la « forme », issue d'une patiente préparation physique, tout

Éruption paroxystique de Bezymiany le 30 mars 1956. Cette photo a été prise depuis le village le plus proche situé à 25 miles à l'est du volcan. Sous la monstrueuse couronne de fumée, on aperçoit la base du cône du volcan Kliutchevskoi. La hauteur de Kliutchevskoi (15 400 pieds) est équivalente à celle du Mont Blanc. L' élévation de cette couronne de fumée est de 25 milles. Cet énorme nuage, constitué de gaz brûlants et en expansion contenant des millions de tonnes de roches réduites en poudre par la déflagration, atteint cette altitude en quelques dizaines de secondes.
Bezymiany juste après l'explosion du 30 mars 1956.

comme l'étude aiguise et *forme* l'intelligence.

LA NOUVELLE MONTAGNE SYOWA

Les volcanologues japonais sont parmi les plus



actifs et les mieux organisés au monde. Ce

Le contour noir indique le contour du volcan avant l'explosion.

Cela peut sembler normal, compte tenu du nombre de volcans actifs intégrés dans leurs îles. Mais si la fréquence des éruptions suffisait à elle seule à susciter des recherches dans ce domaine, tous les pays entourant l'océan Pacifique, sans parler des autres, seraient alors des rivaux du Japon. Il n'en est rien car, outre la nécessité évidente de protéger une population trop dense contre le danger latent des paroxismes volcaniques, la passion pour l'apprentissage et la recherche, caractéristique

de ce peuple, est un facteur indispensable. Ainsi, chaque éruption met en action des équipes complètes et bien équipées, composées de géologues, géophysiciens et géochimistes alors que, dans d'autres pays, ce travail d'équipe reste encore l'exception.

Par exemple, pas moins de vingt-quatre chercheurs qualifiés, sans compter leurs nombreux assistants, ont suivi pas à pas la naissance fantastique de Syowa Sin-Zan. la nouvelle montagne de la chaîne Syowa.

Ce mouvement commença par une série de - tremblements de terre vers sept heures du soir le - 28 décembre 1943 et dura jusqu'en septembre 1945, lorsque la croissance extraordinaire et monstrueuse d'une monture nouveau-née. 1312 pieds de haut, s'est arrêté.

Vers la pointe sud d'Hokkaido, la grande île du nord de l'archipel japonais . est le célèbre volcan I'su. Il y a cinq éruptions enregistrées de ce volcan (en 1662, 1768, 1822, 1853 et 1910). Comme Hokkaido était autrefois à peine cultivée et peu peuplée, les anciennes chroniques non seulement ne mentionnent aucune activité de l'U$u avant le XVIIe siècle, mais rendent également impossible - de se faire une idée de ce à quoi ressemblaient les éruptions mentionnées. . En 1910, à la suite de violents tremblements de terre, une série de petits cratères se sont ouverts sur le flanc de la montagne et une énorme végétation a commencé à se former qui, en quatre mois, a atteint une hauteur de 492 pieds. Il convient de préciser que cette nouvelle élévation ne résultait pas d'une accumulation d'éjectas — bombes, cendres, lapilli et cendres — ni de la superposition d'écoulements entassés, comme dans le cas de Monto-Nuovo. Jorullo, Izalco. Paricutin ou Gituro, mais d'un gonflement dû à la poussée du magma remontant des profondeurs.

Ce phénomène est plutôt extraordinaire et. bien que l'on puisse trouver des dômes similaires disséminés dans le monde, il n'avait jusqu'à présent jamais été possible de suivre leur croissance ni d'observer leur mécanisme créateur à l'œuvre. Par exemple, lorsque Puy Sarcoui est né ainsi, il y a des milliers d'années, sous les yeux d'un Néandertaloïde, le scientifique en l'homme n'était pas encore réveillé.

Tous les volcanologues dont disposait le Japon - furent en alerte dès le premier séisme . signe avant-coureur de l'éruption imminente, a été enregistré à la fin de l'année 1943. Du 28 au 31 décembre, les séismes se sont produits en nombre croissant — jusqu'à 180 tremblements de terre clairement enregistrés par jour — ont continué à croître en intensité au point de causer des dégâts aux habitations environnantes. zones. Puis, pendant un certain temps, le nombre de tremblements de terre perceptibles sans sismographes a commencé à diminuer jusqu'à atteindre seulement une dizaine par jour. Simultanément, les épicentres de ces tremblements de terre se sont déplacés du nord-est vers le pied est d'Usu et c'était là le point. où, peu après que les épicentres se soient stabilisés, la surface du sol a commencé à gonfler rapidement.

Sur ce site, les autoroutes, les voies ferrées, la rivière Osarti , ses affluents et les canaux d'irrigation coulaient dans une direction nord-sud. Le premier résultat du gonflement fut que le sol présenta de nombreuses fissures et failles et que la traversée de la zone devint impossible. Dans le même temps, la couche aquifère était complètement bouleversée : tandis que l'eau, tant pour la boisson que pour l'irrigation des rizières, disparaissait complètement de la zone de gonflement, les villages

Gunting-Merapi à Java, lithographie allemande du XIXe siècle.





de la région environnante ont été inondés. La surface affectée par ces transformations avait un diamètre d'environ 2^2 milles. De mars à la mi-avril, elle s'est élevée d'environ 50 pieds, soit environ un pied par jour. Imaginez descendre du train à la Gare de Lyon à Paris au retour de vos vacances et constater, de l'autre côté du canal, la ville de Paris gonflée au point que les appartements du rez-de-chaussée se trouvent désormais là où se trouvaient les toits. quand tu es parti en voyage ! Puis le centre de la zone ascendante s'est déplacé d'environ 3 300 pieds vers le nord, et des séismes de plus en plus violents - entre 100 et 250 en juin - ont été enregistrés de ce côté. Le 23 juin, après presque six mois de tremblements de terre et de montées progressives, les rizières, les maisons et les autoroutes étaient à environ 160 pieds au-dessus de leur niveau d'origine !

Puis le paroxysme explosif commence : vers 8h30 , une première colonne d'éruption de « fumée », contenant de la vapeur d'eau mélangée à des - particules de boue, s'élève dans un champ. A 10 HEURES DU MATIN, boue, cendres et rochers ont été éjectés d'un cratère de 160 pieds de large s'ouvrant progressivement sous la violence croissante des explosions et des flots de boue ruisselants qui se sont accumulés dans une dépression adjacente. Heureusement, personne n'a été tué lors de ce brusque changement d'activité : bien plus tôt, la population avait déjà été évacuée des parties « malades » du mont Usu.

Après plusieurs heures d'explosions ininterrompues , un calme apparent semblait s'installer dans le cratère, au fond duquel s'était accumulé, furtivement, un lac d'eau chaude...



Gunung-Guntur en Java.
Lithographie allemande du XIXème siècle.

Then, like a vast geyser, the crater again started vomiting, shooting boulders and rocks some 2600 feet high. This is quite some height!



Isle of Krakatau. Cast-up pumice.
Dutch lithograph of the nineteenth century.

Just think of the Eiffel Tower and imagine it being 2!4 times as tall. During 8 days this alternation between rest periods and explosions continued and the volcanologists were able to establish from their observations that this type of activity was caused, as in the case of all geysers, not by the pressure of the gases given off by a fresh magma, but by that of the steam generated by the very approach of this burning magma at the expense of the underground waters which, prior to the eruptions, had amply

 supplied the neighboring village.

Le 2 juillet, une formidable déflagration a duré 5 heures et plusieurs villages ont été ensevelis sous 20 pouces de cendres. La masse de cendres a été estimée à 2 millions de tonnes et l'énergie cinétique de l'explosion à 140 milliards de milliards (1,4 x IO^{20}) d'ergs.

Dans un rayon de plusieurs kilomètres, champs et bâtiments, bois et pâturages ont été détruits et les zones adjacentes ont dû être évacuées en toute hâte.

Les jours suivants, tandis que les tremblements de terre se poursuivaient en abondance (de 6 à 900 par jour > pendant la période juillet-août), de nouvelles - explosions violentes se produisirent, mais seulement deux fois moins fortes que précédemment. Jusqu'à la fin octobre, une douzaine de paroxysmes de ce type ont été enregistrés. Finalement, 7 nouveaux cratères avaient été produits. Il convient de noter que les 35 millions de tonnes d'éjectas vomis par ces explosions ne contenaient pas de lave fraîche, mais provenaient exclusivement de l'ancienne roche du mont Usu, brisée par la pression de vapeur ; les températures à l'intérieur de ces rochers (jusqu'à 3 pieds de diamètre) variaient de 212° à un maximum de 1112° F.

Pendant ce temps, le gonflement continuait ; Six mois plus tard, vers la fin octobre 1944, les champs de maïs étaient à 560 pieds au-dessus de leur niveau d'origine, formant un mont en forme de dôme couvrant une superficie de 595 000 mètres carrés. Le village de Hukaba, ses maisons, ainsi que les routes, furent détruits, les rails tordus et déformés, et la rivière Sobetu, que la crue — comme un énorme barrage — avait étouffée, formait un lac de 3 300 pieds de long.

Cratère du volcan de Klud à Java.

Pages 64/65 : Île de Krakatau. Contour de la montagne suite à son effondrement le 27 août 1883. Lithographie hollandaise du XIXe siècle.







Après la phase initiale caractérisée par des essaims de séismes préventifs et des premiers soulèvements, qui s'est étalée sur 6 mois, la phase explosive (au cours de laquelle en 15 décharges une énergie estimée à 3,6 x IO^{20} ergs, soit 36 milliards de kilowatts, a été libérée) touchait maintenant à sa fin.

Commence une troisième et dernière phase, qui va durer un an, et au cours de laquelle un dôme de lave fraîche et visqueuse se fraye un chemin à travers une fracture de l'énorme intumescence formée au cours des 10 premiers mois d'activité et soulève progressivement sa masse sombre. , presque toujours enveloppé d'un écran de gaz et de vapeurs, jusqu'à atteindre une hauteur de 400 pieds au-dessus du nouveau mont d'où il était sorti et qui se trouvait lui-même à 500 pieds au-dessus de son niveau initial.

La lave à une température supérieure à 1830° F. était poussée lentement et sans interruption vers le haut grâce à la pression des gaz magmatiques. Au cours de son ascension, il a arraché les couches sédimentaires qui formaient à son sommet un « bonnet » paradoxal de champs de seigle et de potagers cuits en brique naturelle par la chaleur s'échappant de l'intérieur du globe.

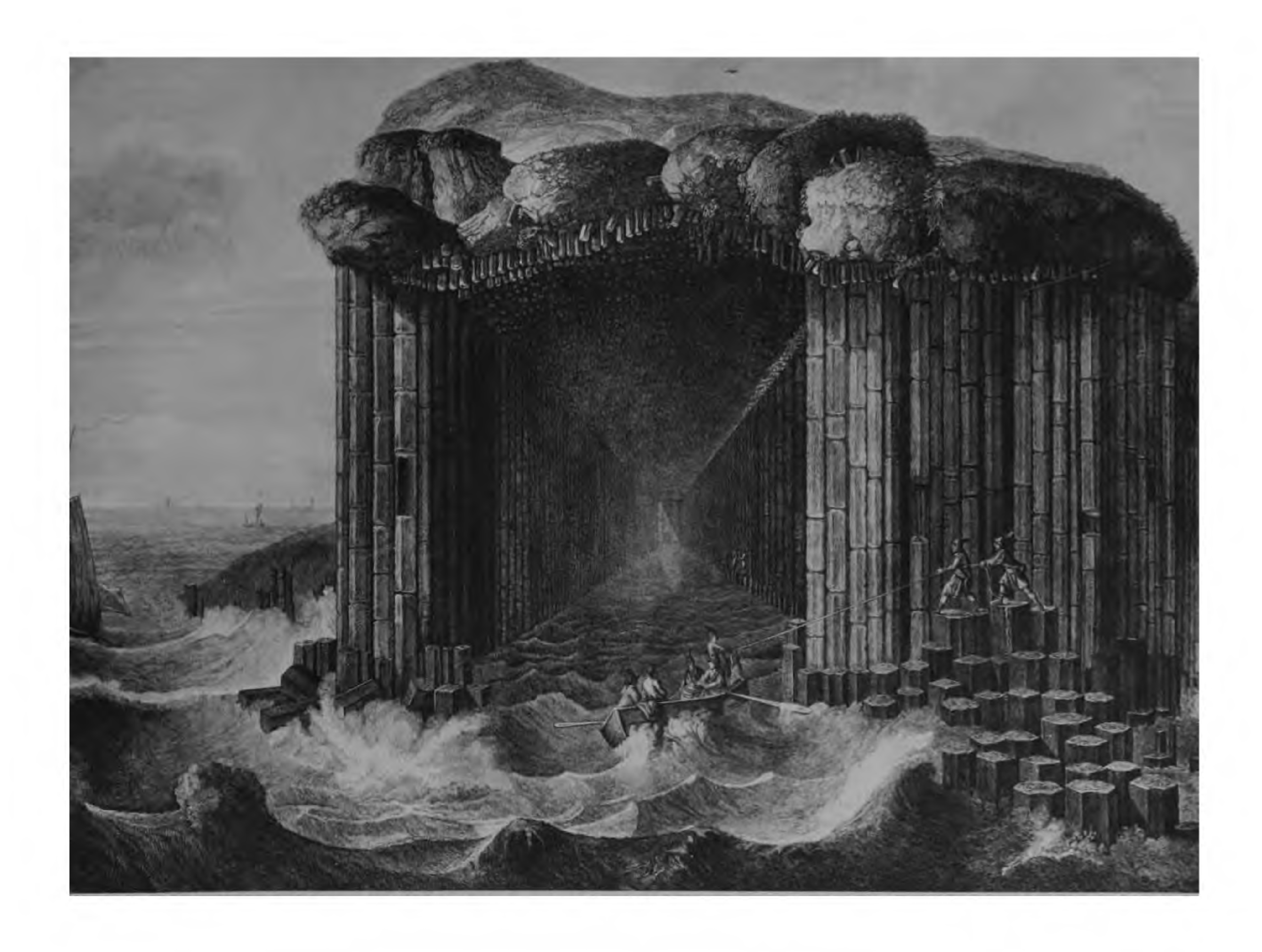
Transposé à Paris, ce phénomène vous aurait placé cette fois, à la sortie de la gare, devant une falaise de 200 mètres de haut ; les rues que vous connaissiez étant au niveau du dernier étage de la Tour Eiffel et cachées derrière des brumes parasites.

Il serait intéressant de discuter de la technologie ; techniques utilisées par les experts japonais pour étudier la nature de cette étonnante éruption, les mesures qu'ils ont pu enregistrer, les problèmes qui se sont posés et les idées développées à ce sujet. Il pourrait être instructif d'étudier les 3 types de séismes dont les différences naturelles ont été enregistrées par le sismographes et dont nous devrons étudier la cause, les changements survenus dans le champ magnétique de la zone lors de la formation du Syowa Sin-Zan. Ces changements sont dus, en partie, aux caractéristiques du magnétisme des nouvelles laves, en partie aux déformations de la topographie et, en partie, aux anciennes laves. On pourrait s'attarder sur les fluctuations du gradient géothermique, les études sismiques grâce auxquelles il a été possible de déterminer la vitesse de propagation des ondes élastiques qui allaient de 774 pieds par seconde dans la « calotte » sédimentaire à 1115 puis à 7050 pieds par seconde. dans le corps de la coupole, donnant une idée de la profondeur de cette dernière. Nous avons pu examiner la composition des gaz (96,9 % d'eau ; 2,1 % d'acide chlorhydrique ; 0,7 % de sulfure d'hydrogène et 0,3 % d'hydrogène), les températures, la morphologie, la géologie et la nature pétrographique de l'andésite épaisse - contenant de l'hypersthène contenant plus de 70 % de silice, qui s'élevait comme un gigantesque piston cylindrique pour former une nouvelle montagne. L'envie de vous divertir sur ces sujets n'est pas absente, mais cela signifierait effectivement commencer un cours de volcanologie !

Par une coïncidence assez extraordinaire, tandis que cette nouvelle montagne s'élevait au Japon, de l'autre côté du Pacifique, au Mexique, un autre volcan naissait également : en quelques semaines, ce volcan, qui allait prendre le nom du premier Le village enseveli sous sa lave, Paricutin, avait déjà atteint une hauteur de 330 pieds. Après encore 6 années d'activité, parfois violente, parfois atténuée, il finit par former un tronc de cône de plus de 1 300 pieds de haut, tandis que

Vue de la grotte FingaVs. Gravure

hollandaise du début du XIXème siècle.





des milliers d'acres de terres arables avaient disparu sous les lapilli et les écoulements de cette immense éruption.

Mais outre cette relation, établie par des destins similaires, Syowa Sin-Zan et Paricutin n'avaient pas grand-chose en commun : le premier était une intumescence de roche visqueuse, le second résultait de l'accumulation d'écoulements et de cendres éjectées par le cratère et restituées sous forme de retombées. autour de ce « cône » typique désigné comme volcan strato ; aussi, la lave de Paricutin est un basalte fluide tandis que celle de Syowa Sin-Zan est une andésite extrêmement acide et visqueuse. Et à cause de cette différence dans le magma, les caractéristiques éruptives étaient également totalement différentes , y compris le fait que l'un enfouissait les champs et les villages sous des dizaines de milliers de tonnes de roche accumulée tandis que l'autre les soulevait à 980 pieds de haut en les brûlant à mort.

La nature chimique de la lave, bien que prédominante, n'est pas la seule à déterminer le caractère dynamique d'un cratère volcanique. Dans certaines circonstances, un magma basique peut produire des activités vulcaniennes : par exemple lorsque la gorge du volcan est obstruée par une masse inerte, comme un bouchon de lave, d'épaisses couches de détritus, ou la mer profonde, constituant un obstacle à la libre évasion. des gaz. L'exemple le plus récent de ce genre est celui de Capelinhos.

UNE ÉRUPTION AUX AÇORES

Capelinhos était le nom de deux pinacles rocheux s'élevant de la mer au large du cap escarpé Con-

Volcan Ambrym. Canyons creusés par l'érosion dans les très épaisses couches de cendres de l'éruption de 1951.

constituant la pointe orientale de l'île de Faial aux Açores.

Le 27 septembre 1957, un belvédère au sommet d'une colline remarque au-delà des deux monolithes un bouillonnement suspect à la surface de la mer. Il donna immédiatement l'alarme ; car, comme tant d'autres, il était posté sur ces hauteurs pour détecter, sur l'immense étendue de la mer, les jaillissements des cachalots.

Ce belvédère n'avait jamais vu de volcan actif, encore moins d'éruption sous-marine. Mais il ne tardera pas à être éclairé : au lieu du jet sporadique des cétacés, il voit à travers ses jumelles des rubans de brumes blanches dégagées par la mer bouillonnante. Et son étonnement fut encore plus grand lorsqu'il remarqua que l'eau tout autour, d'un vert originel, avait pris une étrange couleur ocre.

Quelques heures plus tard, une colonne de vapeur s'élève haut dans le ciel. La mer bouillonnait sur plusieurs hectares et toute l'île de Faial était secouée par des tremblements de terre. Des traînées brunâtres flottaient sur l'océan clair et couleur de jade : les premières pierres ponces vomies par le cratère sous-marin qui, en raison de leur légèreté, avaient remonté à la surface.

Les cartes marines indiquaient à cet endroit un fond de trois cents pieds ou plus. Le lendemain, une petite île apparut au-dessus de la mer : il fallut moins de vingt-quatre heures pour construire, avec l'accumulation des produits éjectés , un mont qui, calculé à partir du fond, avait environ trois cents pieds de haut, et dont la circonférence à la base dépassait deux milles et demi. Comme on le voit si souvent avec les jeunes

volcans basaltiques nés d'une accumulation de lave forcée à travers une gorge initialement allongée, forme prise à partir de la fissure de la croûte qui l'a produit, ce « cône » avait la forme d'un fer à cheval. Dans un tel cas, les fontaines jaillissent soit un peu en dehors du

verticale et les retombées sont alors moins abondantes d'un côté, ou bien la lave ruisselle sur l'un des bords du jeune cratère et, entraînant dans son sillage les cendres et les bombes enfouies sur sa masse mouvante, empêche la pente de débris de croître.

Le fer à cheval s'élevait rapidement et, cinq semaines plus tard, son sommet s'élevait à plus de trois cents pieds au-dessus de la mer. L'éruption proprement dite s'est néanmoins poursuivie sous la surface et est restée ainsi pendant plus de deux mois. Bien qu'une nouvelle île soit née, bientôt transformée en péninsule par l'accumulation de lapilli remplissant l'espace de mer libre d'un mille de large et de trois cents pieds de profondeur qui séparait le volcan de la côte, le cratère lui-même restait caché sous cinquante mètres de profondeur. brasses d'eau. Et comme l'anneau ne se fermait pas complètement mais, comme un énorme fer à cheval, ouvrait une entrée à la mer, le processus se poursuivait avec les caractéristiques parfois étranges des éruptions sous-marines.

Ainsi, au lieu de l'affreux vacarme qui contribue tant à effrayer d'habitude le spectateur, tout se déroulait dans un étrange silence. Tout ce qu'on pouvait entendre, c'était les grondements sourds et impressionnants du tremblement de terre, les rafales se succédant ; et parfois le craquement soudain d'éclairs dans le tourbillon inquiétant de gaz, de bombes et de poussière qui se fraye un chemin à des milliers de mètres dans les airs. La noirceur des puissantes pluies de missiles qui jaillissaient presque sans interruption était également inhabituelle et terrifiante. Je n'avais jamais été témoin d'une chose pareille. On aurait dit de colossales fontaines d'encre de Chine, s'étalant en éventails diaboliques, masquant la lumière du jour, mélange gazeux chargé de millions de tonnes de lave explosive tentant d'escalader le ciel et plongeant parfois un observateur trop hardi dans une obscurité étrange et fétide.

J'attribue également à cette éruption sous-marine deux autres caractéristiques, toutes deux nouvelles pour moi : l'absence totale, d'une part, des gaz les plus couramment produits, en particulier le gaz le plus familier aux cratères actifs, qui émet le gaz le plus courant. -odeur dite « de soufre » et qui est de l'anhydride sulfureux et la présence, d'autre part, d'un gaz lourd traînant en nappes pâles au pied du cône volcanique et dont l'odeur était nauséabonde ; à deux reprises, après m'être aventuré dans ces brouillards perfides, je sentis ma tête s'alourdir sur mon cou soudain affaibli : j'étais saisi d'un sentiment d'étouffement qui semblait n'affecter que le crâne ; et ayant l'étrange sensation de m'observer comme incorporel, je sentis mes réflexes faiblir. J'en avais assez, mais juste assez d'instinct de conservation pour permettre à mes pieds de m'entraîner vers le miracle : l'air frais vivifiant.

Cinq bouches éruptives parsemaient le fond du cratère. Ils alternaient leurs décharges à intervalles de quelques secondes chacun. Parfois cependant, plusieurs, voire tous à la fois, lançaient dans les airs leurs extraordinaires averses noires. D'abord noirs de jais, ils devinrent progressivement gris à mesure que la vapeur d'eau se dégageait et que les tourbillons de poussière obscurs – soulevés des flancs du cône par les retombées de milliers de bombes – se mêlaient aux jets s'étendant vers le ciel.

Une des caractéristiques des éruptions sous-marines (à condition qu'elles se produisent suffisamment près de la surface pour que la pression des gaz soit plus grande

Kilauea à Hawaï. «La gueule du dragon». Un tel conduit expulsant des gaz ardents n'évoque-t-il pas la bouche de quelque monstre mythique ?





que le poids de l'eau qui recouvre le cratère — car autrement ils restent inaperçus — est la fontaine semblable à un cyprès, semblable à un gigantesque bouquet de pins noirs, élevé tantôt à trois cents, tantôt à trois mille pieds. Ces poussées ont été observées lors d'autres éruptions sous-marines à Myojin-Syo dans l'est du Japon et à Krakatau dans le détroit de la Sonde. Le mélange de ces extraordinaires jets noirs avec les nuages de poussière qu'ils soulèvent et la vapeur d'eau qu'ils contiennent, l'expansion rapide des gaz chargés de particules solides et liquides, les tourbillons denses et agressifs du pin menaçant s'élevant à des kilomètres de hauteur, le flux continu les retombées de projectiles de toutes tailles, le déchirement brutal de la foudre, tout conférait à cette éruption les traits d'une activité vulcanienne que la nature ba salée de la lave démentirait mais qui était due à la masse d'eau qui continuait à isoler la masse éruptive. bouches de l'atmosphère.

Parfois, le volcan se lassait. Une paix apparemment durable régnerait pendant quelques heures, voire quelques jours. Il devenait possible de gravir le cône, en éprouvant une légère émotion en foulant des pierres qui, la veille, étaient encore une masse en fusion et qui n'avaient encore été touchées par aucune créature vivante . Çà et là, dans le vaste cratère en forme de fer à cheval, l'eau brunâtre fumait à peine. Parfois , il était saisi par un tourbillon soudain. Alors la pierre ponce traçait en rouge la spirale d'un maelström diabolique.

Le plus souvent, cependant, l’éruption s’est soudainement intensifiée. De tels paroxysmes étaient formidables . Même l'observateur chevronné n'a pas pu s'empêcher

Kilauéa. Écran de feu constitué de jets de lave juxtaposés.

succomber à une peur presque superstitieuse en présence de cette énergie explosive.

La durée de ces accès paroxystiques variait. Le plus court que j'ai noté a duré trois minutes et quarante secondes. La plus longue, qui a duré toute la journée du 15 décembre, a transformé la lumière du jour en une nuit opaque déchirée par des éclairs, terrifiant la population de FaiaL.

Lors de ces explosions, les décharges se - succédaient au rythme effréné de quatre, six, dix par seconde, semblant se poursuivre comme si elles voulaient remonter dans l'atmosphère. En vérité, Pélion et Ossa s'entassaient désespérément l'un contre l'autre ! La vaine tentative des Géants d'escalader le ciel n'était-elle pas similaire ? Sans cesse, des dizaines de milliers de mètres cubes de roches, atomisées par la violence des gaz ou brisées en bombes de plusieurs tonnes, étaient poussées de plus en plus haut et s'élevaient jusqu'à près de 4 500 pieds, accompagnées d'une avalanche ininterrompue de rochers et de cendres qui déferlaient. vers le bas. Le cône irrégulier entourant la gorge volcanique s'élevait et s'élargissait ainsi continuellement, frénétiquement, mais toujours silencieusement.

En silence, oui, tant qu'il restait sous l'eau. Mais le jour arriva, deux mois et demi après sa naissance, où le fer à cheval se referma enfin, coupant à la mer les gorges éruptives. Dès que l'eau du cratère fut expulsée , le caractère de l'éruption changea : les colonnes d'éruption, puissantes explosions de « cendres » – sables et poussières volcaniques – furent remplacées par les grandioses fontaines stromboliennes de basalte incandescent, accompagnées de le puits-



Kilauéa. Cône de projection actif de l'éruption de 1955.





vacarme connu des éruptions. Au cours des mois suivants, après un effondrement occasionnel du cône, l'eau de mer parvenait parfois à rentrer dans le cratère : à chaque fois, l'éruption reprenait immédiatement les terribles - caractéristiques vulcaniennes mais, en même temps, devenait silencieuse.

Néanmoins, le volcan grandit par étages, et le nouveau mont, désormais soudé sur toute sa longueur à l'île de Faial, se raffermit à chaque écoulement lourd, bref et - pour les basaltes - relativement solide, qui suintait de temps en temps à travers quelques fissure provoquée par la poussée de ces écoulements dans les flancs du cône. Les deux îles rocheuses de Capelinhos avaient disparu, ensevelies sous les cendres. Jusqu'à sa dernière heure, l'éruption devait rester subaérienne, gémissant et grondant sous l'éclat classique doré et violet de belles paraboles de lave.

A six heures de l'après-midi, le 13 mai 1958, un violent tremblement de terre terrifie à nouveau la population de l'île. Tout le monde s'est enfui . Il y a eu une seconde secousse, plus violente, détruisant des centaines de maisons. C'était le début d'une nuit de terreur qui ne voulait pas finir ; 436 séismes ont secoué Faial entre 18 HEURES et midi le lendemain. 508 maisons ont été complètement dévastées, plus d'un millier endommagées. Des fractures parallèles aux principales lignes tectoniques de l'île se sont ouvertes, notamment dans sa moitié ouest. Formant des espacements allant de quelques millimètres à plusieurs pieds, la plupart d'entre eux ne présentaient aucun déplacement vertical, mais les flancs de certaines failles étaient espacés d'une hauteur d'homme. L'une de ces failles s'étendait sur plus de trois milles et demi.

Kilauéa. Éruption de 1955. Une fontaine de lave de plusieurs mètres de hauteur jaillit haut dans le ciel et sur la campagne.



Malgré son intensité et malgré les bouleversements topographiques qu'elle a

islands nor recorded by the highly sensitive seismographs of the great observatories of Europe and America. This was because the point of origin of these earthquakes was extremely shallow: undoubtedly it was situated in the vacuum left by the removal of three or four billion cubic yards of earth material, a vacuum that produced the collapse of the "roof."

Another shock, a new fear, was yet to grip the twenty thousand inhabitants of Faial: dur-

provoqués, cette crise sismique n'a été constatée ni dans les régions voisines

Une coulée de lave traverse une route à Hawaï lors de l'éruption du Kilauea en mars 1955.

Durant la crise sismique, deux violentes explosions s'étaient produites dans le profond cratère de la caldeira, le volcan endormi s'élevant au-dessus de la ville, et la ville entière de Fatal avait été recouverte d'une fine poussière blanche.

Cette caldeira connue sous le nom de "Le Chaudron" est une montagne de plus de 3 300 pieds de haut, avec un cratère de 6 560 pieds de diamètre au bord supérieur, séparé par une falaise de 1 300 pieds du fond plat, circulaire et large de mille pieds recouvert de bois. terrain en partie et également au bord d'un petit lac. Depuis le début des éruptions des Capelinhos, les habitants de l'île avaient fait quelques lectures, et rares étaient ceux parmi eux qui, en juin, ignoraient les grandes catastrophes classiques : Krakatau, Montagne Pelée, Ve suvius. , Tambor a, et même l'éruption assez récente du mont Lamington qui a brûlé vifs cinq mille habitants de la côte nord-est de la Nouvelle-Guinée, ils ont été pris de panique à l'idée d'un réveil soudain de la caldeira menacée par ces deux explosions, de peur ils subissent le sort de Pompéi ou de Saint-Pierre de Martinique.

Je suis allé voir le site. Un sentier escarpé, qui zigzague vers le bas dans la paroi escarpée du cratère, mène à l'immense bassin horizontal à fond plat où les paysans de la région environnante laissaient leurs moutons et leurs porcs se nourrir librement et sans clôture. Le pâturage était - entouré d'un enclos de 1 300 pieds de haut. À mi-chemin du sentier, j'étais déjà certain d'une chose : le lac avait été réduit au quart de la superficie qu'il couvrait avant les deux explosions . Arrivé au niveau du sol, je trouvai, disposés le long d'une ligne droite, quatre trous circulaires et béants, de quelques mètres de large. Dans l'une de ces bouches, j'entendais, peut-être une douzaine de mètres plus bas, le bouillonnement d'une boue liquide. Ces Les évents, dégageant quelques gaz, étaient sans aucun doute le résultat des explosions, probablement celles-là mêmes qui avaient semé la panique dans la population de l'île.

La poudre blanche que les explosions avaient répandue sur la région était l'argile brillante résultant de l'altération du plagioclase si abondant dans la roche trachytique qui constitue le matériau de construction de la caldeira, contrairement au basalte qui constitue l'élément structurel du Cap Linhos. . L'affaire semblait plutôt simple et, en fin de compte, rassurante... Je me sentais au moins justifié de rassurer la population et je déconseillais l'évacuation de l'île. Cette question était alors à l'étude par les autorités. Quant au lac, l'une des profondes fissures produites par l'effondrement des cavités souterraines s'était ouverte à travers le cratère de la caldeira et l'avait englouti. Sous un volcan endormi, la température augmente toujours rapidement avec la profondeur : à quelques mètres sous la surface, elle peut atteindre des centaines de degrés Fahrenheit. Au contact soudain de la roche incandescente, les eaux froides précipitées s'étaient transformées presque instantanément en vapeur et la pression développée provoquait immédiatement les explosions. Les habitants croyaient qu'ils annonçaient l' anéantissement prochain, mais en réalité ils n'étaient qu'une partie d'une petite éruption phréatique [formée à la suite de la surchauffe de l'eau (de pluie ancienne), aucun magma liquide n'étant en éruption].

Après un an d'activité, l'agitation du volcan Capelinhos s'est calmée et il est entré dans un état de quiétude, peut-être pour des siècles. Elle avait détruit plusieurs villages soit par des tremblements de terre, soit par le poids des cendres accumulées. Tu-

Végétation dévastée par une grêle de lapilli.



Des hectares de sable de champs et de pâturages avaient été ensevelis sous le flot de sables volcaniques. Les enfants ont dû être évacués vers des régions sûres. Bétail



Niragongo, 1959. Twisted lava in the process of solidifying.

that were dying for lack of pasture had to be taken to other islands. Now silence had finally returned to the dark-gray, fleecy world in which tree skeletons, telegraph poles, and walls around collapsed roofs would stand out against the sky. The tall tower of the henceforth futile lighthouse, its base buried under forty feet of ash, rose in this eerie space, separated from the sea by a mount 492 feet high and by hundreds of acres of new earth.

Et sur cette nouvelle terre, les charrues gravaient déjà l'image merveilleuse et paisible de sillons alignés côte à côte.

UNE ÉRUPTION GÉANTE

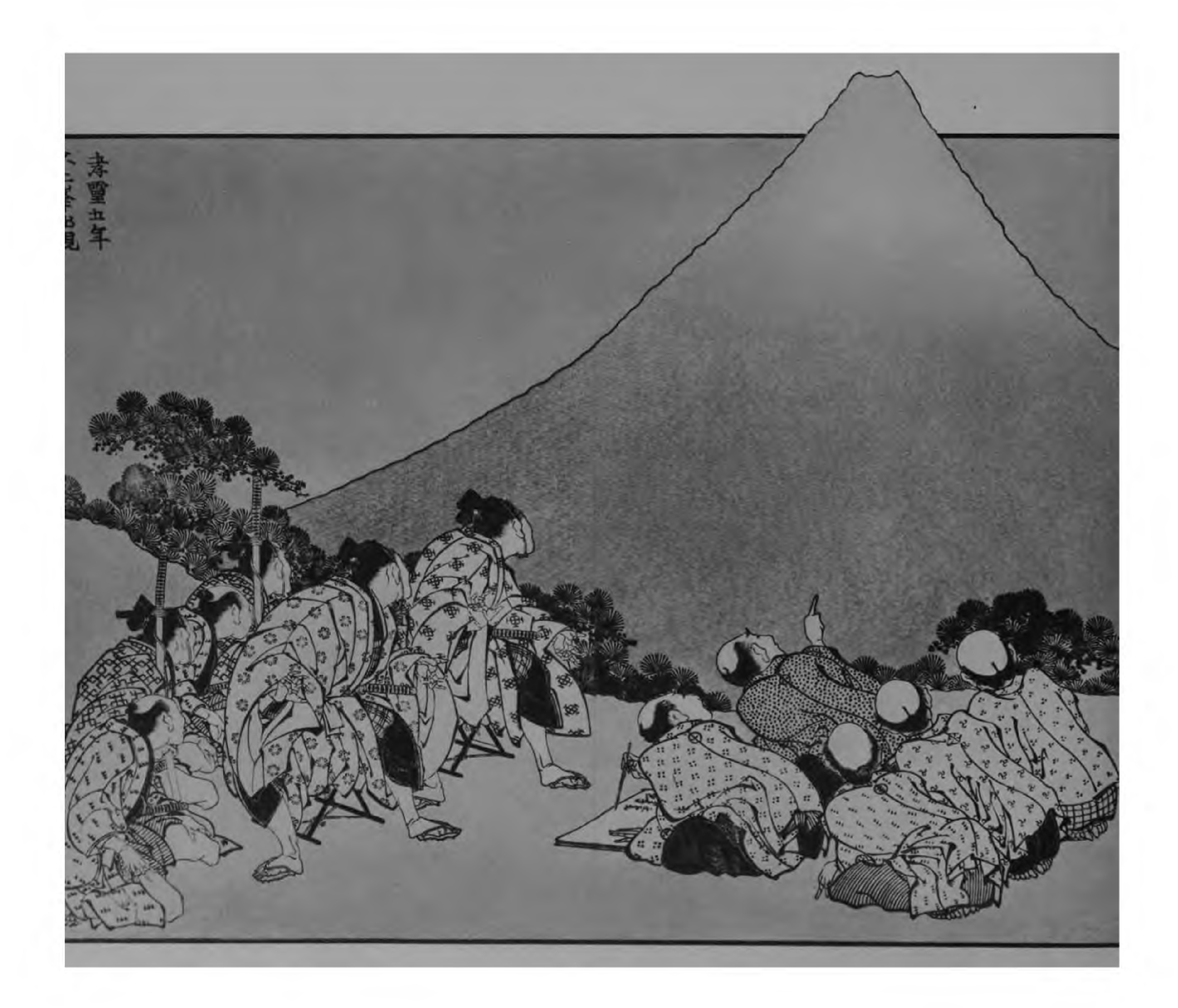
L'éruption peut-être la plus violente du XXe siècle, si violente que celle des Açores semble chétive en comparaison , s'est produite presque clandestinement le 30 mars 1956, dans la péninsule isolée et désolée du Kamtchatka.

L'éruption dura en réalité un an, du 29 septembre 1955 au 21 octobre 1956. Le 30 mars, elle atteignit son point culminant dans l' éruption par oxystique qui la couronna.

L'Observatoire Volcanologique de Kliutchi a enregistré un premier séisme le 29 septembre : le sol s'est déplacé de onze microns. Jusqu'au 5 octobre, une secousse terrestre a suivi quotidiennement ; le 6 octobre, il y eut six séismes, le 7 octobre, cinq ; dix le lendemain, et entre cent et deux cents par jour à partir du 11 octobre. À partir du 18 octobre, le déplacement du sol a dépassé mille microns à Kliutchi. Le 11 octobre, alors que le décalage atteignait déjà une centaine de microns, le directeur de l'observatoire-

Au fond du cratère Asosan, en 1956, se formait un petit cône contenant un lac d'eau bouillante d'une teinte verte provoquée par le soufre en suspension. En arrière-plan, on aperçoit de profonds ravins que de fortes pluies ont creusés dans les épaisses couches de cendres de la dernière éruption. Plus loin, de puissantes fumerolles jaillissaient avec un bruit assourdissant et dégageaient du soufre au contact de l'air.




孝霊五年

conservateur, le Dr GS Gorshkov, a pu déterminer l'épicentre : la région du mont Bezymiany, un volcan situé à 253 milles au sud. À cette date, le mont Bezymiany (qui signifie « sans nom ») était considéré comme éteint. Depuis des siècles, ou en tout cas aussi loin que la mémoire humaine puisse remonter dans ces régions reculées, elle était en sommeil.

Cette première détermination de la zone épicentrale a amené les volcanologues de l'équipe Kliutchi à penser non pas au réveil du mont Bezymiany mais à l'ouverture prochaine d'un cratère latéral au pied du plus actif des volcans du Kamtchatka, le puissant Kliutchevskoi, la splendide montagne conique s'élevant à une altitude de 15 580 pieds. Mais très vite, ils allaient être éclairés : l'éruption que l'essaim des tremblements de terre laissait prévoir comme imminente, serait centrée dans la zone étroite où convergeaient les épicentres : la Bezymiany éteinte.

Selon la règle, son réveil aurait une violence proportionnelle à la durée même de son sommeil. Citons quelques chiffres pour relativiser cette éruption parmi les plus gigantesques : la quantité totale d'énergie libérée : $2,2 \times 10^{25}$ ergs ; l'énergie de la seule explosion du 30 mars 1956 : 4×10^{23} ergs (40 000 milliards de kilowatts) ; le volume de roche éjectée par l'explosion : 1 kilomètre cube (0,25 mille cube ; Paris serait recouvert d'une couche de 49 pieds d'épaisseur !) ; le poids des éjectas : 2,4 milliards de tonnes ; vitesse initiale de l'éjecta : 1 640 à 1 960 pieds par seconde (1 125 à 1 250 milles par heure) ;

Le volcan sacré. Gravure de Hokusai. Fuji, la montagne la plus haute et la plus belle du Japon, est vénérée depuis les temps les plus reculés.

et la pression initiale : 3000 atmosphères.

A l'aube du 22 octobre, l'éruption a commencé. De Kliutchi, au-delà du flanc oriental de Kliutchevskoi, des bouffées de fumée blanche ont été vues pour la première fois s'élever vers le ciel. Puis l'éjection des cendres a commencé. En quelques jours, la force de la masse expulsée atteignit un point tel que l'épais et sombre nuage de chou-fleur qui dominait le cratère s'élevait à 26 000 pieds. Depuis le camp n° 2 situé à seulement 7 milles du volcan et où, au milieu du vacarme assourdissant des explosions, le corps pouvait ressentir les vibrations alarmantes du sol, Gorshkov a pu évaluer à 164 pieds par seconde la vitesse du jet de cendres sortant du cratère qui n'avait alors pas plus de 820 pieds de diamètre. Les violentes rafales sombres se poussèrent les unes les autres pour sortir ; ils semblaient bouillants. D'énormes éclairs jaillirent dans le nuage monstrueux et illuminaient la nuit.

Pendant tout le mois de novembre, les explosions se succédèrent, chacune plus violente que la précédente. Jusqu'à 250 km de distance, les cendres sont tombées. Pendant des jours, la couronne de fumée obscurcissait tellement Kliutchi, située à 45 kilomètres de là, qu'il fallait allumer les lampes dans les maisons et les phares des voitures. Tous les travaux extérieurs ont dû être suspendus. La pluie de cendres était si dense qu'il devenait impossible de voir une lumière à 200 pieds de distance.

Le cratère de Bezymiany, qui avait un diamètre d'environ 670 pieds avant l'éruption , avait atteint près de 2600 pieds en un mois. Fin novembre, l'activité a commencé à diminuer. Les éruptions devinrent plus rares et plus faibles, mais un dôme de lave visqueuse, comme celui du Syowa Sin-Zan, apparut et commença à grandir dans le cratère. La poussée venant d'en bas était si grande que, et cela n'avait jamais été le cas.

témoin auparavant - un vieux dôme, solidifié pendant des siècles et peut-être des millénaires, une véritable montagne en soi qui était contiguë au volcan strato en éruption [volcan de type vésuvienne composé d'une alternance de couches de lave, de brèches et d'éjectaments meubles résultant d'une activité prolongée d'un évent central], a été progressivement surélevé d'environ 300 pieds et déplacé vers le sud- est. La pente de Bezymiany est passée d'un angle de 30° par rapport à l'horizontale à 35°. C'est presque trop fantastique pour être imaginé ; nous devons nous forcer à visualiser, à « voir » ce mouvement lent et puissant des montagnes.

Selon Gorshkov, c'est l'histoire du paroxysme du 30 mars 1956 ;

C'était une journée parfaitement claire et l'éruption était visible dans tous les villages environnants (dont le plus proche, Kozyrevsk, se trouve à 45 kilomètres à l'est du volcan).

L'explosion s'est produite probablement à 17 HEURES 11 minutes. 20 secondes. lorsqu'un fort tremblement de terre a été enregistré à Kliutchi. Mais le premier homme à avoir vu l'éruption était un monteur de métaux, nommé Sorokin, du village de Kamaki, à 40 miles au nord-est du cratère. Il était chez lui et a soudainement ressenti une « pression dans ses oreilles » (c'est-à-dire un changement brusque de la pression atmosphérique) ; il réalisa immédiatement que quelque chose s'était passé au volcan. Il courut dehors et, au-dessus de Bezymiany, aperçut une colonne d'éruption, semblant en feu et inclinée à un angle de 30°. Au-dessus de cette «fontaine de feu», également inclinée, mais à un angle de 45°, un jet de «fumée» s'enflait si violemment qu'en quelques minutes, les sommets de toute la chaîne de montagnes furent cachés à la vue. Bientôt, un épais et sombre nuage d'éruption accompagné d'une lourde pluie de cendres se dirigea vers le village, enveloppant le tout dans une épaisse nuit.

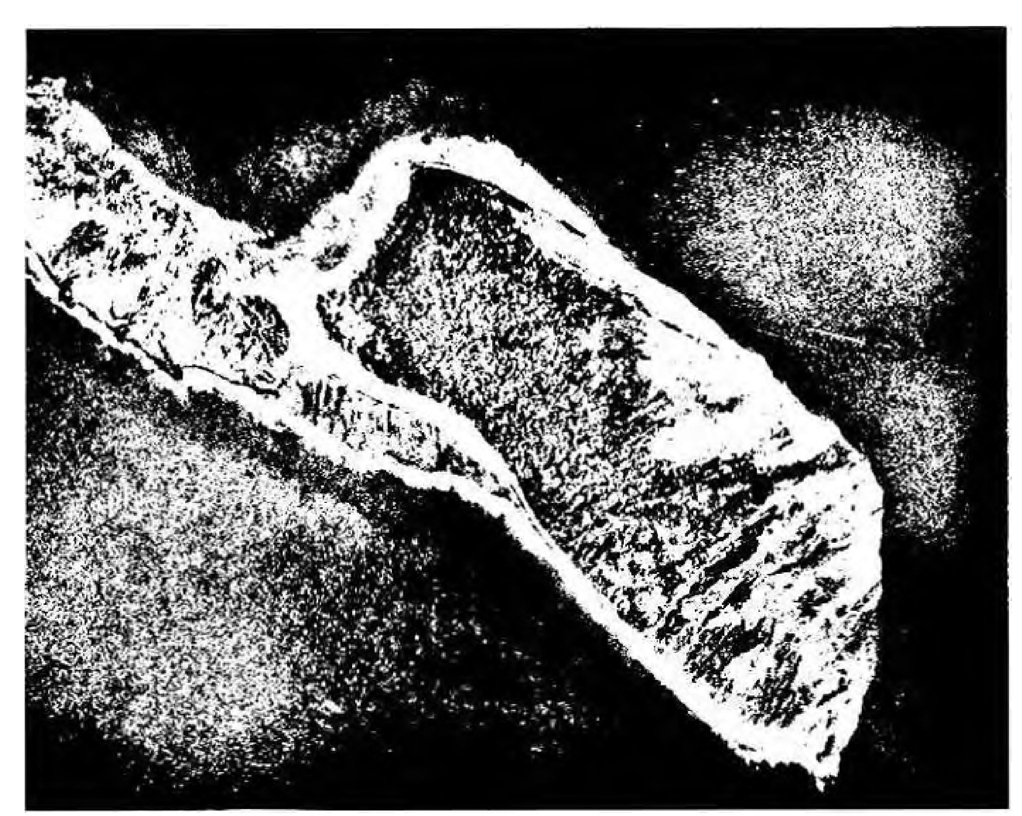
Les conditions d'observation les plus favorables existaient à Kozyrevsk : le soleil couchant a inondé toute l'éruption, tandis qu'un vent du sud-ouest dans l'atmosphère chassait au loin le nuage de cendres, dévoilant parfaitement le volcan. Le nuage d'éruption s'est déployé vers le nord-est à une vitesse impressionnante. Sa base avait une épaisseur comprise entre 19 600 et 26 000 pieds et son bord supérieur mesurait 22 milles. Les géants de la chaîne Klioutchevskoia, d'une hauteur égale au Mont Blanc, semblaient éclipsés par ce formidable et terrifiant nuage volcanique. Il s'étendait sur tout l'horizon, vu d'Oust-Kamtchatsk, à 200 kilomètres à l'est du volcan Bezymiany. À contre-jour, il apparaissait comme un noir impénétrable à l'exception de son bord éclairé par derrière par les derniers rayons du soleil couchant. Ces rayons l'encadraient d'une bordure ornementale d'or brillant. Un quart d'heure après la grande explosion, on pouvait voir depuis Oust-Kamtchatsk, et de là seulement, un mince souffle de gaz jaillit au-dessus de l'immense canopée noire jusqu'à une hauteur de 147 000 pieds ! Puis tout a disparu derrière un écran de cendres.

A Kliutchi, les conditions n'étaient pas très favorables à l'observation de l'éruption en tant que telle, puisque le village se situe dans la direction prise par le nuage de cendres. Cette position permettait cependant de constater les phénomènes à l'intérieur même du nuage arrivant du sud. Elle n'était pas très large, car, à l'est comme à l'ouest, on pouvait parfois apercevoir un ciel clair. Il tourbillonnait avec virulence, changeant sans cesse de configuration . Très épais et apparemment lourd, raconte Gorshkov, il paraissait presque tangible. L'avancée du nuage a coïncidé avec le

Fuji par Hokusai.



un grondement de tonnerre plus fort accompagnant les éclairs incessants. Vers 17h40 , alors que le zénith était déjà caché depuis un moment, les cendres ont commencé à tomber.



D'abord, ils

Îlot de roche volcanique entouré de corail.

consisted only of isolated lapilli, approximately three millimeters in size, wilich drummed like hail against the window panes. The shower grew ' in intensity until the darkness was so impenetrable that you could not see your own hand, not even holding it close to your face. People returning from work were wandering about in the pitch-black streets, groping for their homes. The din of thunder burst uninterruptedly and

with a deafening noise. The air tingled with

Pacifique sud-ouest.

électricité. Les téléphones se mettaient soudainement à sonner, les haut-parleurs de la radio brûlaient et des étincelles jaillissaient des fiches d'antenne. Une forte odeur de gaz sulfureux imprégnait tout.

Vers 21 HEURES, l'averse s'est calmée et, à travers les fissures des nuages, on aperçoit des morceaux de ciel étoilé. En trois heures et demie, une couche de cendres de près d'un pouce d'épaisseur était tombée sur Kliutchi, à environ 25 miles du volcan.

Même à vingt-cinq milles au nord, les retombées de cendres étaient aussi lourdes qu'à Kliutchi. Dans cette zone, un groupe de travailleurs de l'observatoire effectuait une expédition volcanique dans le district de Chevelutch. Lorsque la pluie de cendres a commencé, les hommes se trouvaient dans une vallée, en route vers un chalet de montagne. Malgré la pluie de lapilli, ils continuèrent leur ascension mais, vers 18 h 50 , l'obscurité fut si grande qu'ils furent obligés de s'arrêter et de planter leur tente à une centaine de pieds à peine de leur cabane. Comme à Kliutchi, le tonnerre était continu et terrible . A 3 HEURES DU MATIN, le ciel s'éclaircit. Trois quarts de pouce de cendres recouvraient la neige.

Les retombées, descendant ce jour-là à 250 milles au nord-est de Bezymiany, avaient encore une épaisseur d'un millimètre. La surface ainsi recouverte de cendres s'étendait sur 250 milles couvrant une bande de 94 milles, soit plus de 15 500 milles carrés. Cela représente un volume d'au moins un demi-milliard de mètres cubes !

Les fines cendres aspirées par le jet stream à plusieurs dizaines de kilomètres d'altitude atteignirent le pôle Nord et pour la première fois, le quatrième jour suivant l'éruption, un petit

nuage de poussière volcanique fut constaté jusqu'en Grande-Bretagne.

Cette éruption a fourni un spectacle époustouflant dépassant clairement tout ce qui a jamais été observé, même par les volcanologues les plus aguerris et les plus endurcis du Kamtchatka. La puissance de l'éruption,

en revanche, ne peut être évalué qu'après inspection du volcan et étude des conséquences de l'explosion,

Le mont Bezymiany était méconnaissable : le cône, auparavant lisse et légèrement tronqué, s'était transformé en un volcan avec une caldeira semi-circulaire. Le vieux dôme qui le flanquait au sud-est et que la force du gaz avait écarté et poussé vers le haut lors de la première phase de l'éruption, avait disparu, atomisé. Un immense - cratère semi-circulaire de 5 000 pieds sur 6 500 pieds avait désormais remplacé non seulement le sommet mais tout ce qui constituait autrefois le flanc sud-est de la montagne jusqu'à sa base. La partie supérieure s'était volatilisée et, au lieu de 10 100 pieds, le mont n'avait plus que 9 500 pieds de haut.

La vallée de Hapitsa, qui partait autrefois du pied de Bezymiany, était recouverte sur une distance de 18 kilomètres d'un conglomérat de cendres, de sables et de blocs de lave, mélange chaotique dans lequel mijotaient des milliers de fumerolles. Jusqu'à une distance de 5 milles, tout - était enfoui sous 20 pouces de sable volcanique. Les cendres n'étaient pas tombées directement d'en haut mais avaient été expulsées du cratère selon un angle et avec une puissance colossale qui ont par exemple fait exploser la cabane du Camp 2, à environ 12 km du volcan : pas une seule bûche n'a pu être récupérée. ; A 18 milles de là, l'écorce des troncs d'arbres du côté faisant face au volcan avait été arrachée par le jet de sable, tandis que l'autre côté restait indemne. Même à 24 kilomètres de là, des arbres d'au moins un pied de diamètre avaient été complètement détruits. Camp 1, séparé de Bezymiany par 4,5 miles de vallées profondes et de barrières montagneuses, et considéré comme un lieu sûr



Fuji. Aquarelle de Kôrin.

site, avait été détruit. Heureusement, personne n'était présent lorsque l'explosion s'est produite. D'ailleurs, malgré la violence de ce paroxysme, personne ne fut tué, car il n'y avait pas âme qui vive dans un rayon de 28 milles.

L'avalanche de myriades de tonnes de matière incandescente s'abattant sur une superficie de 193 milles carrés a non seulement détruit des forêts entières, mais la fonte rapide des neiges a entraîné la formation d'énormes ruisseaux de boue qui, transportant des rochers pesant des centaines de tonnes, se précipitèrent impétueusement vers l'aval en dévastant tout jusqu'à une distance de 56 milles du volcan.

Après le paroxysme du 30 mars, commença la phase finale de la vaste éruption : la croissance d'un dôme de lave visqueuse, ou plutôt de deux dômes successifs dans le nouveau et vaste cratère. Le premier de ces dômes avait atteint une altitude de 1 050 pieds le long d'une base d'environ 1 950 pieds lorsque Gorshkov a escaladé Bezymiany en août. Il découvre dans la partie sud-est du cratère, au pied de ce dôme, une gorge en forme de coupe dégageant de denses spirales de gaz. Malheureusement , le danger de rester trop longtemps dans un cratère actif l'empêche de poursuivre ses observations. Mais deux mois plus tard, depuis un avion, il constate qu'un deuxième dôme rocheux se développe à l'endroit du petit cratère. En novembre, l'éruption avait pris fin. Les deux dômes placés côte à côte avaient une base commune de 2 460 pieds et un sommet de 1 050 pieds de large.

LE LAC DE LAVE FONDUE DE NIRAGONGO AU CONGO

Nous y étions déjà depuis douze jours. Un mur circulaire de 200 mètres de haut limitait notre univers à

un immense bassin d'une circonférence de 10 000 pieds. Il formait une couronne horizontale sous laquelle béait la falaise abrupte du large abîme central. Nous avions installé notre campement inférieur à mi-chemin entre ce gouffre béant et le pied du mur qui nous isolait du reste du monde. Une vingtaine de tentes nous hébergeaient tous, ainsi que nos instruments , le groupe électrogène et la cantine.

Tant que nous n'étions encore que trois ou quatre hommes au fond de cette étrange et gigantesque casserole, les journées étaient consacrées exclusivement aux tâches préparatoires, mineures mais essentielles : s'étendre entre notre terrasse en arène et le sommet du cratère un un câble sur lequel, simplement par gravité, les sacs attachés à des poulies et leur équipement pouvaient être descendus dans la fosse ; établir des lignes téléphoniques avec les camps à l'extérieur, celui du sommet et l'autre à mi-hauteur de la montagne ; ils ont monté les tentes et stocké les vivres, les bidons d'eau douce et les équipements qui arrivaient progressivement .

Tulpin, notre infatigable touche-à-tout, s'occupait de tout : il surveillait les caravanes de porteurs qui grimpaient quotidiennement à 2 550 pieds de la plaine en contrebas ; il surveillait le fonctionnement du treuil contrôlant le câble de traction de notre palan, vérifiait les approvisionnements alimentaires, composait les menus des repas que Sweri - ce Quasimodo aux humeurs contrastées moroses et hilarantes - préparait patiemment pour nous tous, de l'aube au matin. crépuscule. Trois, parfois quatre fois par jour, Tulpin escaladait le mur pour donner un coup de main ou laisser des instructions.

Éruption vulcanienne à Sakurajima au Japon, photographiée depuis le bord même du cratère de 1 300 pieds de profondeur.





le camp supérieur, pour payer les porteurs qui attendaient, grelottant dans le froid humide de ces 11 500 pieds d'altitude ; il donnerait des ordres au sergent de couleur, parlerait par radio avec la vallée ; puis il descendait en fracas, s'accrochant des deux mains à la corde de chanvre que nous avions attachée au sommet et, en vingt minutes, il était au niveau de la terrasse.

Mes inquiétudes ont commencé avec ce grand mur. Considéré comme infranchissable quelques années auparavant, il s'agissait en réalité d'un itinéraire facile, tant les prises qu'il offrait étaient nombreuses. Mais, comme toujours au sein des volcans, la solidité de ces parois était précaire, soit parce que le tuf sur lequel elles s'appuyaient était friable, soit parce que la roche massive elle-même était fissurée et fragilisée par les tremblements de terre – sort réservé à ces montagnes dès leur naissance. . Onze ans plus tôt, lorsque nous réfutions l'idée de l'inviolabilité de ce cratère, il nous fallut plus de trois heures pour négocier avec une extrême prudence les obstacles successifs de cette paroi : rochers instables et « traversées » délicates des strates de cendres et de tuf vitriques surplombantes. . La première et enthousiaste descente nous a permis de découvrir, depuis le bord creusé à même la plate-forme du grand trou inférieur, l'existence d'un lac de lave perpétuellement en fusion. Il s'agissait d'un phénomène extrêmement rare, unique à l'époque sur Terre. Depuis, des dizaines de « cordes » ont suivi notre trace dans la paroi supérieure de Nira gongo et progressivement avec la suppression des cales les plus instables, la piste est devenue moins dangereuse. Et aujourd'hui, la fourniture supplémentaire d'une corde à main a enfin inspiré tout le monde.

Cratère du Boqueron, volcan insulaire au large des

côtes mexicaines, 1948.

avec un tel sentiment de sécurité que même ceux que la simple vue de cette falaise abrupte aurait



autrefois donné le vertige montent et descendent

Le mont Shishaldin, l'un des vingt cônes actifs de l'arc volcanique des îles Aléoutiennes, est l'un des

it to establish records. Having the responsibility for the safety of this expedition, I found myself cast in the role, then new for me, of tempering an enthusiasm which for twelve years I myself had been striving to arouse and develop in my fellow scientists.

But the fears caused by my neophyte volcanologist-Alpinists were nothing compared to the terror which now awakened me each day

plus actifs au monde.

avant l'aube : il fallait descendre dans la deuxième fosse. L'un après l'autre, chaque membre de l'équipe devrait s'accrocher au moyen d'un harnais de parachute au bout d'un mince câble d'acier et, presque aussi passivement qu'un sac de son, s'abaisser jusqu'au pied du mur situé 600 pieds plus bas. Oui, j'étais là depuis douze jours et pendant douze jours cette pensée m'a hanté, c'était insupportable.

En découvrant le lac de lave en 1948, j'avais étudié les possibilités de faire une descente pour m'en rapprocher. J'avais essayé de peser les risques et je pensais qu'ils étaient suffisamment légers pour justifier une tentative. Néanmoins, nous n'avons pas pu démarrer cette exploration aussi rapidement qu'on l'aurait souhaité. Nous avons d'abord dû engager une longue bataille avec les autorités. Les volcans actifs de cette zone sont sous l'autorité des Parcs Nationaux du Congo. Grâce à une obstination sénile, le vieux gribouilleur tout-puissant en charge a réussi à empêcher toute expédition géophysique d'accéder au Niragongo. Finalement, en 1958, une exploration fut autorisée à y pénétrer. Le professeur Ivan de Magnée qui l'a dirigé avait deux objectifs principaux : d'une part, établir la méthodologie pour l'étude du phénomène extraordinaire d'un lac de lave permanent et, d'autre part, prouver qu'il était possible d'atteindre la plateforme inférieure et d'y rester longtemps. suffisamment pour effectuer des mesures et des observations à seulement 100 pieds du basalte en fusion. L' expédition Magnée a été couronnée de succès : d'une part, elle a établi les méthodes à utiliser en matière de sismologie ainsi que de spectrographie des flammes volcaniques, pour l'étude du magnétisme et de la gravimétrie et, d'autre part, elle a réussi à faire une descente à la deuxième plate-forme. Nous y avons passé 36 heures dans un décor que Dante aurait pu évoquer. Nous avions ainsi réfuté chacun
un des arguments opposés à notre idée. Non seulement il était possible d'atteindre ces fantastiques plates-formes inférieures, mais, même malgré les gaz qui émanaient du lac, il était possible d'y survivre et d'y entreprendre des travaux scientifiques.

Déjà chargé de la sécurité lors de cette première expédition, j'avais éprouvé des angoisses somme toute tout à fait normales dans les circonstances . Devant le danger latent de l' - instabilité intrinsèque des roches composant cette seconde paroi, tracées comme au fer cranté à travers des centaines de couches de basalte superposées, j'ai abandonné les méthodes d'alpinisme malgré l'abondance des prises et la présence de belles fentes verticales. J'ai plutôt choisi la méthode du treuil utilisée par les spéléologues pour franchir de grands gouffres verticaux. De cette façon, nous sommes descendus le long de la paroi abrupte sans nous appuyer sur des rochers saillants qui tremblaient comme des dents détachées. L'utilisation du treuil impliquait un danger supplémentaire, plus grave que l'instabilité des cales, à savoir la fragilité du bord de la plate-forme où, parallèlement à la fosse, de larges anfractuosités avaient fendu la masse d'énormes plaques rocheuses inclinées terriblement vers l'abîme. Ces blocs de basalte noir dévalaient occasionnellement dans le gouffre : la preuve en était les matériaux détritiques au fond, qui semblaient soutenir le mur. De telles avalanches de roches se déclencheraient dès qu'un séisme suffisamment fort ébranlerait le volcan. Juste après notre retour, à la fin de l'été 1959, les angoisses que j'avais éprouvées au cours de l'année précédente me reprenaient, mais bien pire maintenant : j'apercevais deux amas de détritus

complètement frais, d'aspect sinistre, pour ces énormes

Cratère du Nevado de Toluca au Mexique. Lithographie allemande du XIXème siècle.







des accumulations de rochers s'étaient accumulées entre nos deux visites. Un ou deux de ces éboulements par an, ce n'est évidemment pas grand-chose et les chances qu'un autre se produise pendant notre séjour dans la région, et encore moins au point où nous devions travailler, étaient plutôt faibles, mais la menace en tant que telle existait néanmoins. Compte tenu de ma responsabilité dans l'expédition, la simple pensée du danger était insupportable.

J'insiste fortement sur cet aspect du problème uniquement en raison de la notion dominante, mais plutôt inexacte, des risques que les volcanologues peuvent être amenés à encourir. Pour le professionnel, les manifestations les plus spectaculaires de l'éruption présentent rarement un réel danger. Les coulées rapides de basalte ou la grêle de missiles provenant des explosions vulcaniennes sont des dangers trop évidents pour piéger un opérateur expérimenté. Mais il devra toujours se méfier des parois instables autant que des recoins cachés où peuvent stagner des couches de gaz acide carbonique.

La question était de savoir comment éviter le risque qu'un éboulement se produise au moment même où nous attaquions le deuxième mur, de peur que toute l'équipe qui manoeuvre le treuil ne soit projetée dans la fosse. Nous avons donc boulonné l'équipement sur une installation de bobinage en duralumin et l'avons solidement fixé à une vingtaine de mètres de l'abîme, au-delà des fissures marginales menaçantes . Un support incliné portait le câble de suspension au-dessus du gouffre.

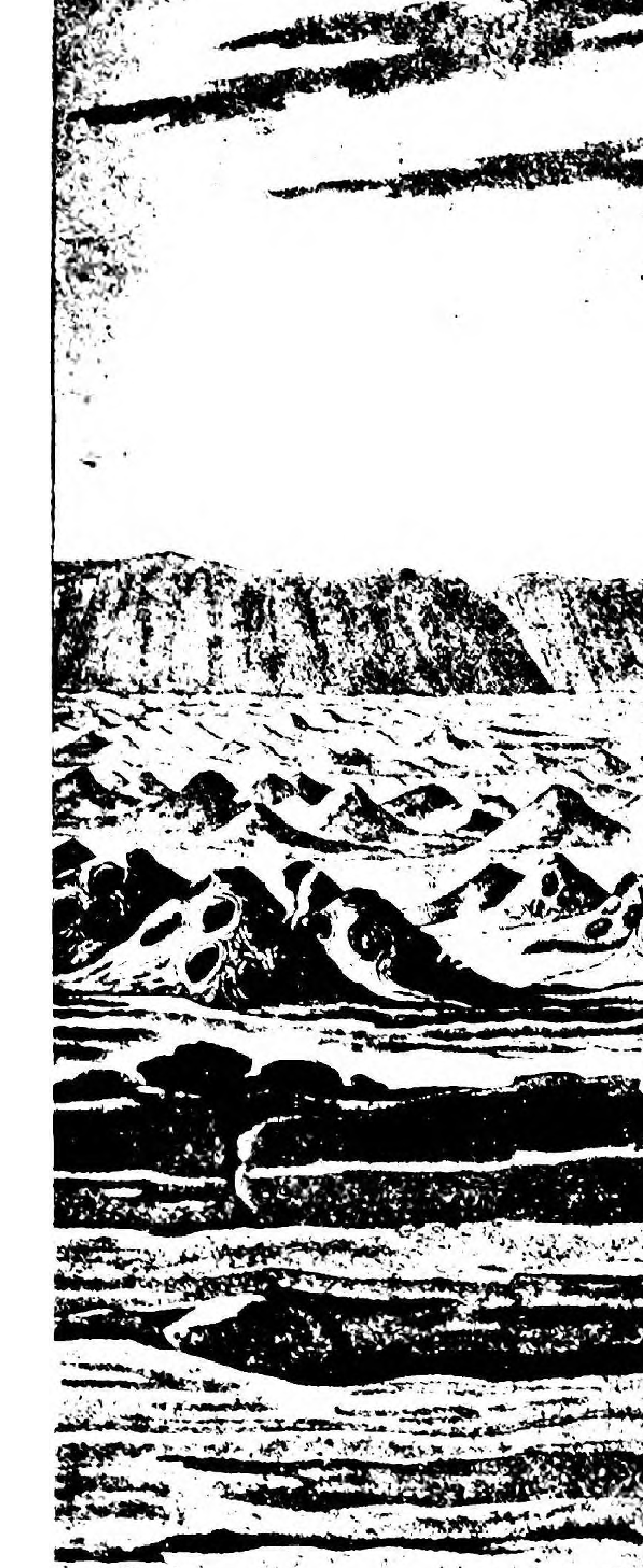
Les descentes et les remontées qui suivirent — une bonne vingtaine en tout — se déroulèrent sans encombre. Le voyage pourrait être complété dans

Chimborazo en Equateur vu du Plateau Tapien. Gravure de Humboldt, 1810.

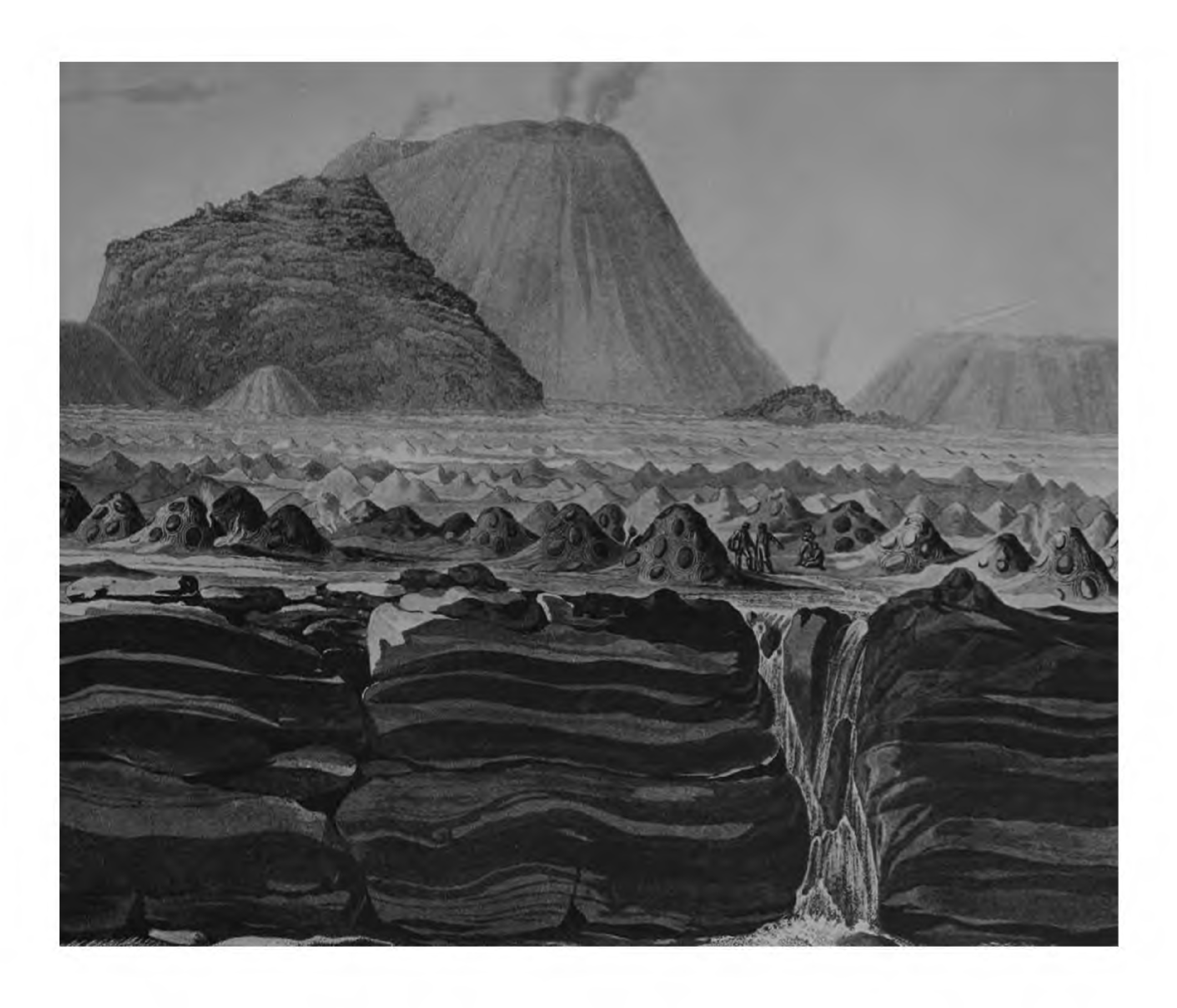
sac qui contenait une tente, de la nourriture, des masques à gaz - tout ce dont nous avions besoin pour supporter un séjour solitaire sur la deuxième terrasse - j'emportais avec moi, attachés à ma ceinture, deux objets gênants. : un fin câble en acier pour la mise en place de l'ascenseur de la navette matériel entre les deux plates-formes, et la ligne téléphonique. Le téléphone, indispensable pendant les semaines d'exploration scientifique qui suivirent, fut également nécessaire lors de la première descente. Durant - cette descente, j'ai été constamment en contact avec Pierre Evrard, le chef de l'équipe de 1959, et j'ai pu ainsi ordonner le délestage et la remise en marche du treuil selon les aléas du parcours. Pendant toute notre descente, j'ai dû surveiller attentivement ces deux fils, de peur qu'ils ne s'accrochent à quelque rocher saillant et ne déclenchent - une avalanche de rochers ; ou bien ils pouvaient s'enrouler autour du câble de suspension lorsque, en passant devant un rocher en surplomb me mettant hors de portée du mur, je tournais dans les airs.

Dans l'après-midi, Tulpin me rejoignit. Jusqu'au soir, nous étions occupés à faire fonctionner la navette pour le matériel, à réceptionner et à stocker le matériel. Puis la nuit tomba.

Dès l'instant où l'éclat du soleil cesse de rivaliser avec celui des laves, vous entrez dans un univers spectral. Allongés sur le dos, nous nous installions dans le vaste cercle de velours sombre, constellé d'étoiles, qui entourait l'immense donjon décapité aux murs crénelés géants. Nous les avons regardés briller dans les reflets violets du lac de basalte en fusion, tout en écoutant



Jorullo au Mexique.
Gravure de Humboldt, 1810.



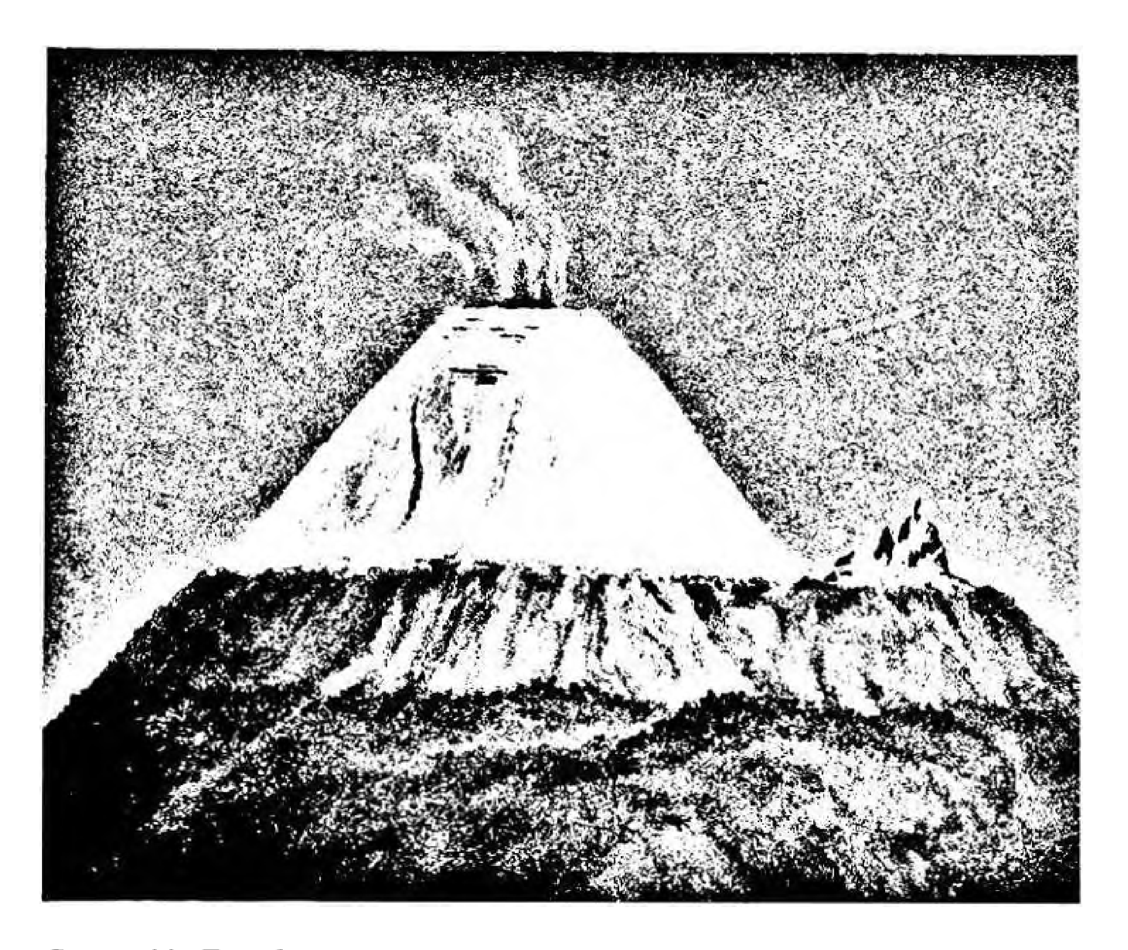


le grondement des vagues sourdes produites par les vagues de roche liquide à peine 150 pieds au-dessous de l'étrange chemin rond sur lequel, de manière précaire, nous avions établi notre camp.

Lors de toutes nos expéditions ultérieures dans le cratère Niragongo, nous passions de nombreuses heures à contempler ce magnifique lac. Plus nous nous en rapprochions, plus son attrait grandissait, dépassant tout ce que la nature avait jamais montré sous nos yeux. Mais il y avait quelque chose qui m'émouvait encore plus. Bien au-delà des choses que j'avais vécues , j'étais fasciné, regardant l'incendie immobile se refléter sur les murs immenses et concentriques, les tours vertigineuses qu'auraient pu construire des Cyclopes impassibles et que nous contemplions depuis les cavernes des géants, n'en croyant pas nos yeux.

Pour atteindre notre objectif, il nous restait encore 150 pieds à descendre le long de la paroi abrupte. Le lendemain, nous fîmes le voyage sans rencontrer de nouvelles difficultés. Après qu'Evrard nous ait rejoint, nous sommes descendus de 65 pieds à l'aide d'échelles en duralumin. Puis, passant devant des détritus rocheux contenant d'énormes blocs mal équilibrés, nous atteignîmes successivement deux bouches incandescentes d'où s'expulsaient des gaz sous pression accompagnés de halètements assourdissants. Nous avons mesuré la température du gaz : environ 1 830° F et utilisé des flacons spéciaux pour collecter des échantillons. Puis, par une marche prudente à travers les fragments aux arêtes vives de masses de terre récemment tombées, nous avons atteint la troisième terrasse en forme d'anneau, située à 1 400 pieds sous la lèvre supérieure du cratère. Le chemin de cette dernière plate-forme était beaucoup plus étroit que celui des deux autres : douze pieds

take you from the wall surrounding it to its clear-cut edge. Then, less than two fathoms above the molten lava, we stopped. At long last,



Cotopaxi in Ecuador.
Engraving by Humboldt, 1810.

we had reached the fabulous bank, my dream for almost twelve years, though I had never actually dared to consider the site to be even accessible.

At this spot it was not possible to withstand the heat for more than eight to ten seconds at a time. You then had to spring back to seek

Popocatepetl en éruption.
Codex mexicain du XVIe siècle.

à l'abri des radiations infernales de cette surface de 35 à 47 000 mètres carrés de roche en fusion.

Depuis l'année précédente, le niveau du lac avait baissé d'une ou deux brasses et ce retrait avait laissé émerger une péninsule de basalte durci, aujourd'hui solidifié et de couleur bleu foncé, qu'un isthme bas reliait à la troisième plateforme. . Telle une rimaye torride [une grande crevasse profonde souvent visible en été à la tête d'un glacier de montagne], une crevasse séparait cet isthme de notre terrasse. Des gaz s'en dégageaient, parmi lesquels on remarquait l'odeur amère du dioxyde de soufre.

Après avoir franchi ce dernier obstacle, nous foulions maintenant un sol rugueux qui n'avait jamais été touché par aucun être vivant, venant de naître, venant de s'endurcir ici, hors des entrailles insondables de la terre. Ce sol était chaud : à peine quelques centimètres sous sa surface, la roche durcie se transformait déjà en la pâte précieuse dont est faite notre Terre.

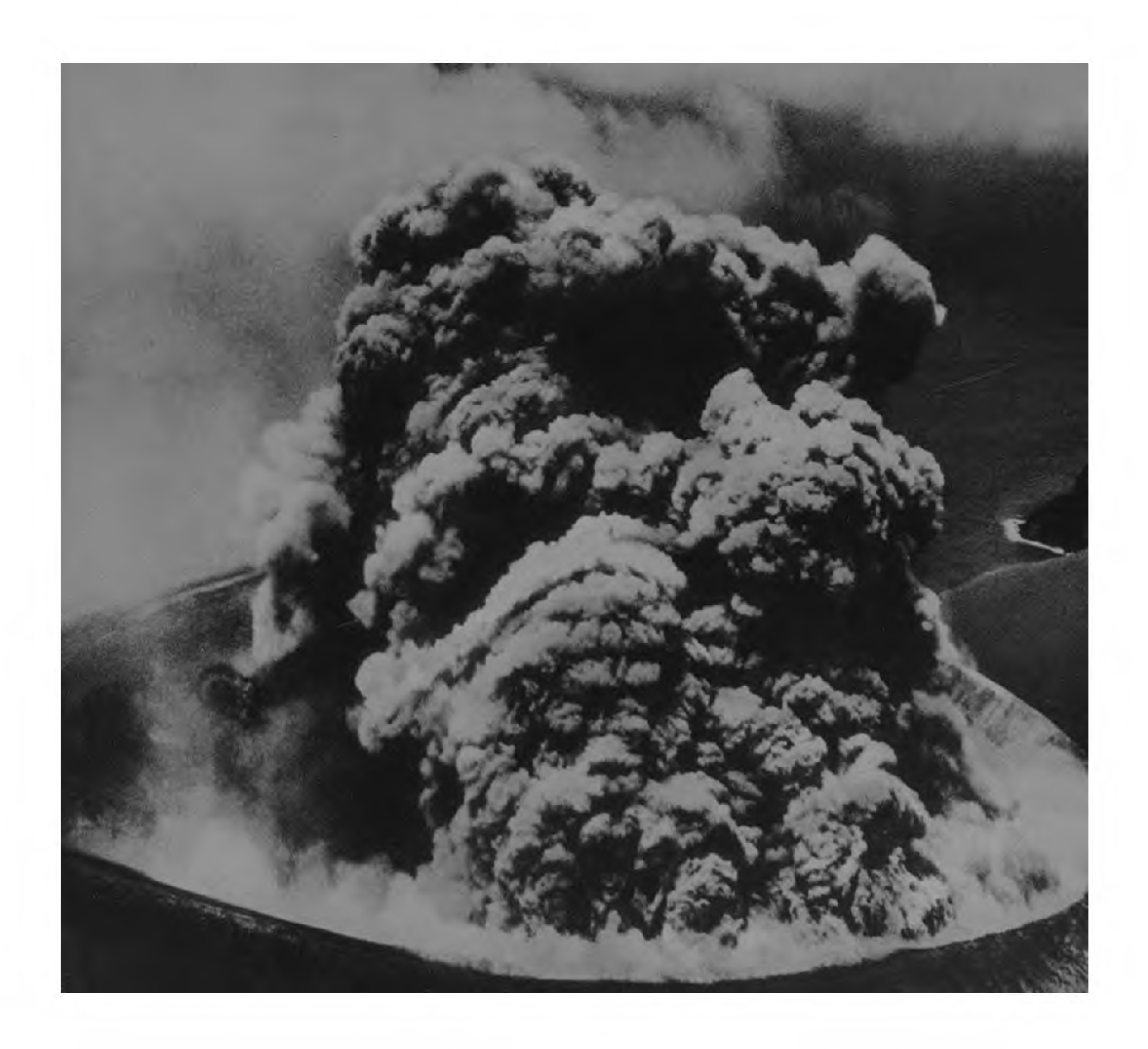
Nous avions emporté avec nous des vêtements isolants comme ceux utilisés par les ouvriers des laminoirs et des fonderies. Ces combinaisons spéciales nous permettaient de rester jusqu'à dix minutes à la fois au bord même du lac, tout en nous accroupissant avec nos outils à un pied ou deux au-dessus de la matière incandescente qui coulait sans cesse.

En effet, un courant, tantôt lent, tantôt rapide, entraînait la lave vers une caverne située à l'extrémité sud du lac. En bâillant, comme la porte même de l'Enfer, il engloutit l'or liquide bouillonnant coulant d'un creuset inconnu.

Au fond de ce cratère, nous passions nos journées et une partie de la nuit à travailler ainsi qu'à contempler un spectacle d'excitation sans fin. Nous observerions le clapotis des ressorts émettant de la matière chauffée à 2000° F et admirerions les stalactites suspendues sous le portail de la caverne incandescente. Nous écoutions la houle rythmée qui parfois, comme une fièvre, s'emparait de la lourde masse liquide, créant de lourds déferlements ondulatoires... tout cela n'étant que les manifestations les plus effrayantes de ces jeux monstrueux des éléments terrestres, éléments que nous se croient souvent figés dans une quiétude immuable, placide et rassurante. Et ce jeu contient d'autres éléments, peut-être moins évidents mais tout aussi fascinants. Il y a par exemple le film superficiel créé dès que la lave commence à refroidir, une étrange peau de plastique transparente aux couleurs de l'arc-en-ciel que les gaz remontant des profondeurs viennent gonfler par le bas. Il y a des bulles qui montent et disparaissent et perforent parfois la membrane de roche élastique qui les sépare de l'atmosphère. Il y a des houles qui s'emparent de toute la masse, transférant lentement la matière : flux ou reflux soudains qui, en dix minutes, peuvent faire varier le niveau de la lave de six à dix pieds. Et il y a des fragments de croûte solidifiée poussés par un courant comme s'il s'agissait de caravelles noires flottant sur une mer d'Are.

Pendant les six semaines de notre séjour, et pendant que nous mesurions les températures de la lave et des gaz et effectuions, parfois avec de grandes difficultés, des échantillons pour les analyser ensuite en laboratoire, d'autres étaient également occupés. Pendant que nous observions et cherchions à expliquer les différents mouvements lents ou rapides, rythmés ou sporadiques du magma liquide, nos collègues de la première terrasse et des pentes extérieures du volcan effectuaient leurs études et mesures. Le sismologue japonais Shimozuru, assisté de

Boqueron en éruption.





Berg, a enregistré les tremblements de terre et les vibrations de notre fantastique montagne. Bonnet travaillait de l'aube au crépuscule pour parcourir chacune des trois plates-formes afin de recueillir toutes les données possibles sur les composants de la soute magnétique. Mathieu, puis Evrard et les deux topographes Hanesse et Delisse, effectuèrent une série de lectures gravimétriques. Wiser a réalisé la photogramme métrie du cratère depuis son intérieur. Verhaege collecterait des spécimens de roches le long des lignes de référence géographique établies par l'astrophysicien Delsemme à la surface de la terrasse supérieure. Depuis la deuxième plate-forme, Delsemme réussit à spectrographier, en effectuant des poses pendant une nuit, la flamme d'une couleur vert pâle clair sortant d'une gorge incandescente à une centaine de pieds de son spectrographe .

Cela a nécessité beaucoup d'efforts, certes, mais aussi beaucoup d'enthousiasme et beaucoup de joies. Les équipements puissants mis à disposition par la science moderne nous ont permis d'analyser la matière fondamentale de notre planète. Grâce à l'existence d'un lac de lave en fusion permanente, nous avons pu nous lancer méthodiquement et sans crainte dans l'étude des mystères qui se cachent derrière l'activité volcanique. D'autres volcans, dans les intervalles entre les éruptions, entrent dans un état de sommeil, rendant le travail d'exploration beaucoup plus difficile et moins susceptible de produire des résultats. En revanche, lorsque les volcans entrent en éruption, lorsque la lave éjectée s'écoule sous une pluie de matériaux fragmentaires, il est presque impossible de réunir rapidement une équipe complète de spécialistes ; il n'est pas non plus possible de s'approcher suffisamment des bouches éruptives pour prendre les mesures nécessaires . Cependant, sur ce site et pendant des semaines

Lac de lave dans le cratère du Kilauea.

En fin de compte, les chercheurs ont pu étudier en toute tranquillité les mouvements du magma en fusion et les modifications que ces mouvements sont susceptibles de provoquer sur les facteurs géophysiques.

Les missions de Magnee en 1958 et d'Evrard en 1959 furent le prélude à une étude approfondie qui, en quelques années, devait considérablement accroître nos connaissances encore fragiles sur l'activité volcanique. Ce travail était d'une extrême importance, car à l'heure actuelle nous ne connaissons qu'un seul lac de lave en fusion permanente à la surface du globe, et c'est seulement sur ce site qu'une étude aussi fructueuse a pu être menée.

Cependant, en 1960, les bouleversements politiques accompagnant l'indépendance du Congo nous ont empêchés d'organiser une autre expédition, et les circonstances ne semblent pas favoriser une reprise de l'étude du Niragongo dans un avenir proche.

Ici, nous pouvons réellement voir les - conséquences néfastes des actions du grand prêtre de la science officielle. On peut facilement constater l'effet des mesquines méthodes machiavéliques utilisées par les bureaucrates - pour retarder l'étude de ce phénomène extraordinaire : si des études avaient été initiées juste après la découverte du lac de lave, nous le ferions maintenant, lorsque les événements politiques auront fait que le Niragongo inaccessibles, possèdent une grande quantité de données inestimables.

Néanmoins, les deux missions de repérage scientifique n'auront pas été vaines. Au-delà des

résultats intrinsèques qu'elles ont donnés sous forme de données, un nouveau mouvement d'envergure mondiale s'est mis en branle. À peine un an après notre arrivée sur les rives légendaires du lac de lave, un institut international de recherche volcanologique était créé à Catane, au pied de l'Etna. Toutes les ressources de la géophysique moderne doivent y être mises à profit, comme nous l'avions fait

au Niragongo, afin de mieux comprendre les humeurs de l'Etna et du Strom boli, compagnons anciens mais méconnus de notre civilisation.

Dans le même esprit, les Russes ont intensifié leurs projets de recherche volcanologique au Kamtchatka. Les Japonais poursuivent leurs efforts avec persévérance et les Américains reprennent leur travail sur l'île d'Hawaï. Les Néo-Zélandais ont installé des sismographes et des systèmes d'inclinaison

mètres sur les monts Ngauruhue et Ruapehu. L'Australie a intensifié ses travaux de recherche en Mélanésie. Le Chili a invité des experts étrangers à étudier les sites et les méthodes les plus appropriées pour établir un observatoire volcanologique dans ce pays, tandis que l'Islande et la France ont pris des mesures pour unir leurs efforts dans un domaine dont la splendeur est inégalée et dont les mots de magnificence ne peuvent et ne exprimeront jamais. .

CRÉDITS PHOTOS

12. 13. 16.18. 20. 30. 34/35. 37/38. 43. 47 à 53. 68 à 70. 80. 81.
86. 89. 102 Collection Tazieff
7. 8/9.14/15.17.19. 21 au 29. 31. 33. 41. 59 à 62. 64/65. 67.
82. 93 à 99 Bibliothèque Nationale, Paris.
11 Bibliothèque du Muséum d'Histoire Naturelle, Paris. Photo de Giraudon.
44/45 Photo de Tulpin. / 54 à 57 Collection Gorshkov, Moscou.
63 Collection du Musée de l'Homme. Photo d'Alfred Lacroix.
71 à 77 Collection de l'Observatoire des Volcans, Hawaï,
79 Photo de Philippe Charbonnier, / 35 British Museum, Londres. / 87 Musée Guimet, Paris.
90. 91.101 Collection USIS.